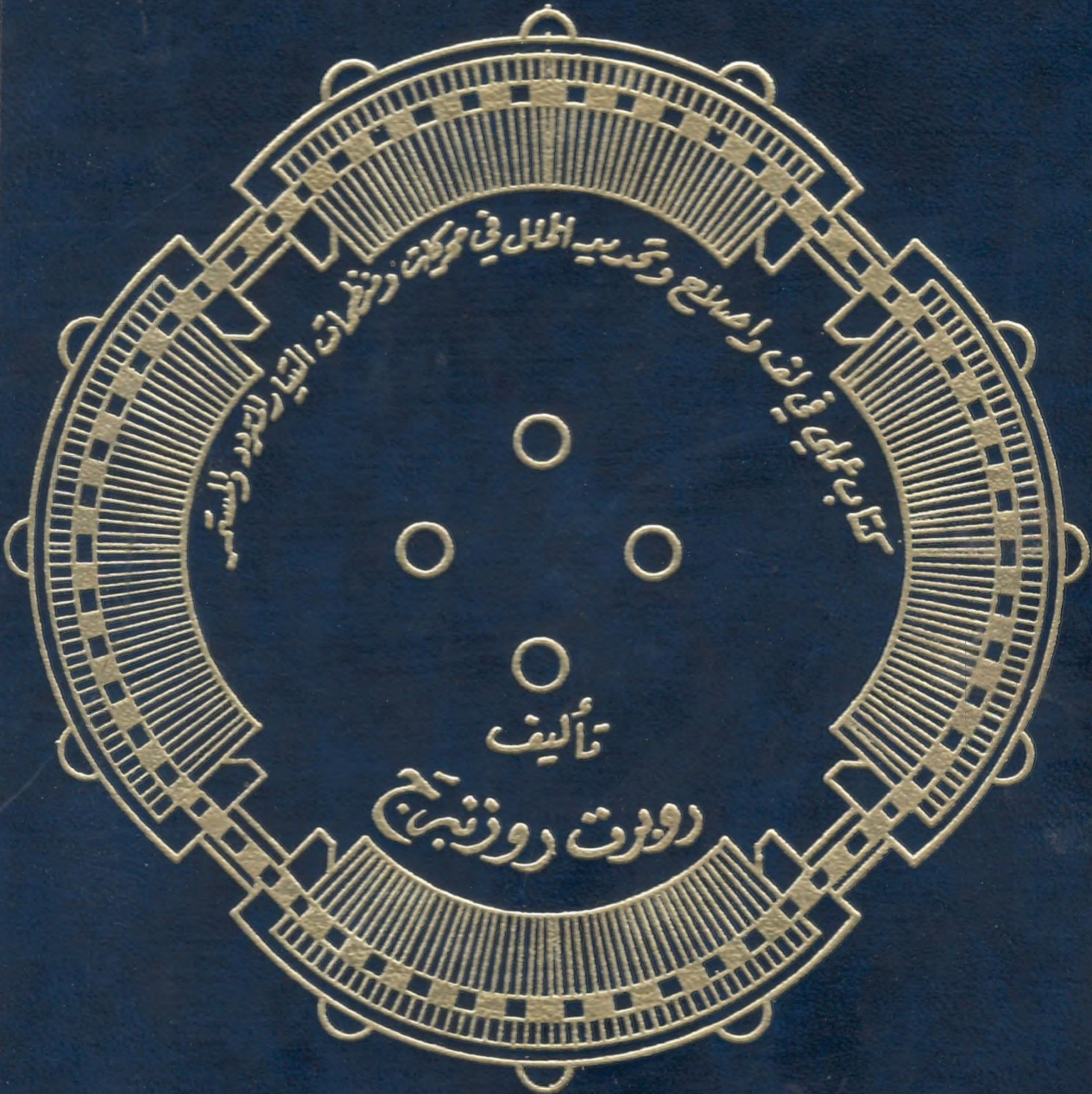


# اصلاح الحركات الكهربية



كتاب القبول

مجلد ۱ : ۳۸۵  
بیروت - لبنان



ابو عبد الله  
عبد المهيمن فوزي  
غفر الله له  
مادة الكتاب /

# إصلاح المحركات الكهربائية

الجزء الأول

الموضوعات والملحق

الحمد لله الذي تتم بنعمه الصالحات تم نسخ الكتاب اسكن  
نسألكم الدعاء لي ولوالدي بظهر الغيب  
اخوكم في الله أبو عبد الله عبد المهيمن فوزي





# إصلاح المحركات الكهربائية

كتاب عملي  
في

لفه وإصلاح وتحديد الخلل في  
محركات ومنظمات التيار المتردد المستمر

تأليف

روبرت روزنبرج

رئيس قسم الكهرباء

مدرسة الكسندر هاملتون العليا للتدريب المهني

بروكلين - نيويورك

مراجعة

الدكتور عبد الله محمود الجمال

الأستاذ بكلية الهندسة بجامعة الإسكندرية

ترجمة

الدكتور محمد أحمد قمر

المدرس بكلية الهندسة بجامعة الإسكندرية

الناشر

دار القلم  
بيروت - لبنان

وكالة المطبوعات  
الكويت

حق الطبع محفوظ

# محتويات الكتاب

## صفحة

ط	تمهيد بقلم : المؤلف
١	الباب الأول : المحركات ذات الوجه المشطور
٣	تشغيل المحرك ذي الوجه المشطور
٤	طريقة تحليل متاعب المحركات
٥	اعادة لف المحرك ذي الوجه المشطور
١٨	عكس اتجاه الدوران في المحرك ذي اتوجه المشطور
١٨	محركات الوجه المشطور ذات اسرعتين
٢١	تحديد الخلل واصلاحه
٣٧	الباب الثاني : المحرك ذو المكثف
٣٧	المكثف
٣٩	المحرك ذو مكثف البدء
٤٨	المحرك ذو مكثف البدء والحركة
٥٦	تحديد الخلل واصلاحه
٦٣	الباب الثالث : المحركات التنافرية النوع
٦٣	التكوين
	عكس اتجاه الدوران في المحرك التنافري - البدء التأثيرى
٧٥	- الحركة
٧٨	المحرك التنافري
٧٩	المحرك التنافري - التأثيرى
٧٩	تحديد الخلل واصلاحه
٩١	الباب الرابع : المحركات ذات الواجهة المتعددة
٩١	المحركات ذات الثلاثة الواجهة
١١١	المحركات الثنائية الوجه



## صفحة

١١٨	تحديد الحلل واصلاحه
١٢٩	الباب الخامس : تنظيم تشغيل محركات التيار المتردد
١٣٠	البادئات
١٤٦	المنظمات
١٥٠	تحديد الحلل واصلاحه

١٥٣	الباب السادس : ملفات منتج التيار المستمر
١٥٤	اللف المثالي لمنتج صغير
١٥٦	اللف الانطباقى
١٦٠	الملفات التموجية
١٦٢	طريقة اعادة اللف
١٦٦	تحديد الحلل واصلاحه

١٨٥	لباب السابع : محركات التيار المستمر
١٨٥	التكوين
١٨٧	التوصيلات ملفات المجال المغناطيسى
١٩٠	توصيل محركات التيار المستمر
١٩٣	عكس اتجاه الدوران فى محركات التيار المستمر
١٩٤	تحديد الحلل واصلاحه

٢١٣	لباب الثامن : تنظيم تشغيل محركات التيار المستمر
٢١٤	المنظمات اليدوية
٢٢٨	المنظمات الآلية
٢٣٧	تحديد الحلل واصلاحه

٢٤١	الباب التاسع : المحركات العامة . وذات القطب المفضل ، ومحركات المراوح
-----	---

٢٦١	الباب العاشر : مولدات التيار المستمر
٢٦١	المحركات والمولدات المتزامنة . السينكروتات
٢٦١	نظم تشغيل المحركات بالأجهزة الالكترونية
٢٦١	مولدات التيار المستمر

## ملحق

### صفحة

٢٦٩	المحركات والمولدات المتزامنة
٢٧٥	السينكروتات
٢٧٦	تنظيم تشغيل المحركات الكهرونييا
٢٨٧	١ - جدول اسلاك النحاس العارية
	٢ - جدول تيار المحرك عند الحمل الكامل في محركات التيار
٢٩	المستمر ، بالأمبير
	٣ - جدول تيار الحمل الكامل لمحركات التيار المتردد ذات الوجه
٢٩١	الواحد بالأمبير
	٤ - جدول تيار الحمل الكامل لمحركات التيار المتردد الثنائية
٢٩٢	الوجه ، بأربعة أسلاك
٢٩٣	٥ - جدول تيار الحمل الكامل لمحركات التيار المتردد الثلاثية الوجه
٢٩٤	٦ - جدول السرعات المتزامنة المختلفة
٢٩٥	فهرس
٣١١	قائمة مصطلحات

## تمهيد

منذ عدة سنوات ، والحاجة ماسة الى كتاب عملي بحث ، لا شأن به بالناحية النظرية ، يتناول موضوع اصلاح المحركات الكهربائية واعادة لفها ، ويمكن أن يفهمه ويستفيد به من كانت معرفتهم بقواعد الهندسة الكهربائية ضئيلة . وقد تبين لى هذا بوضوح ، بعد اتصالى عدة سنوات بالعمال فى مهنة اصلاح المحركات الكهربائية ، وبالطلبة خلال عشر سنوات قضيتها مدرسا لمادة اصلاح المحركات الكهربائية ولف المنتجات بالمدارس الفنية الخاصة العالية بمدينة نيويورك . وقد ألفت هذا الكتاب ، وكلى أمل فى أن أستطيع بذلك أن أسد به النقص فى هذه الناحية . وان احتواء الكتاب - فى جزئه العملى - على أكثر من ٩٠٠ رسم توضيحي ، لكفيل بأن يجعل منه مرشدا فى أثناء العمل ، ذا نفع كبير ، ليس للطلبة فحسب ، وانما لعامل اصلاح أيضا وهو على نضد عمله ، كما أن ذلك سوف يساعد الطالب على فهم الموضوعات بوضوح تام .

واذا كان الباحث عن الحل فى المحرك ، وهو القائم باصلاحه ، يجب أن يتعلم كيف يقوم بعمله بصورة مرضية ، فى أقل وقت ممكن ، فقد حاولت أن أبين أحسن وأسرع الطرق فى الاختبار والتصليح وبذلك سوف يكون الملخص المسمى « تحديد الخلل واصلاحه » ، الذى يأتى فى آخر كل باب ، ذا نفع خاص من هذه الناحية .

والكتاب يعالج كلا من موضوعى محركات التيار المتردد ، ومحركات التيار المستمر ، باتقان ، كما يعطى عناية كبيرة لتوصيلات ومتاعب المنظمات . ولما كان استعمال آلات السينكرو ، وتنظيم التشغيل بالاجهزة الالكترونية قد ازداد شيوعا عن ذى قبل ، فقد اشتمل الكتاب على مقدمة فى هذين الموضوعين .

وانتهز هذه الفرصة لكى أعبر عن خالص شكرى للسادة صمويل اكسفيلينج ، وآلان توبياس ، وفيليب كين ، وايمانويل كيسنر لاقتراحاتهم ومساعدتهم ، وكذلك للكثيرين من أصحاب المصانع ، الذين زودونى بالصور .

بروكلين ، نيويورك

روبرت ووزنبرج



# الباب الأول

## المحركات ذات الوجه المشطور

### الأجزاء الرئيسية للمحرك

المحرك ذو الوجه المشطور هو أحد محركات التيار المتردد ذات القدرة الكسرية - الحصان ، وهو يستعمل لتشغيل بعض الأجهزة مثل الفسالات ، والمضخات الصغيرة ، ومواقد الزيت . ويتكون هذا المحرك من أربعة أجزاء رئيسية ، وهى : ( ١ ) جزء يدور ويطلق عليه العضو الدائر . ( ٢ ) جزء ساكن ويسمى بالعضو الثابت . ( ٣ ) الفطاءان الجانبيان ، أو الدعامتان الجانبيتان ، وهما مربوطان الى العضو الثابت بمسامير محوية أو مسامير بضواميل . ( ٤ ) مفتاح يعمل بقوة المركزية الطاردة موجود بداخل المحرك . ويمثل شكل ١ — ١ المظهر العام لمحرك ذى وجه مشطور ، وهو يفدى عند تشغيله عموما من دائرة قدرة أو دائرة انارة ذات وجه واحد .

### العضو الدائر

يبين شكل ١ — ٢ عضوا دائريا ، ويتكون العضو الدائر من ثلاثة أجزاء أساسية : أحدها ، وهو القلب ، يتركب من الواح رقيقة من الفولاذ ذات خواص كهربية عالية الجودة تسمى بالرقائق ، والجزء الثانى . وهو العمود ( عمود الإدارة ) ، يتم تجميع رقائق القلب وضغطها عليه . أما الجزء الثالث فهو ملفات القفص السنجابى التى تتكون من قضبان نحاسية سمكية ، مبيتة فى مجار خاصة بها فى القلب الحديدى ، ويصل بعضها ببعض عند كل من الطرفين حلقة نحاسية سمكية . وفى كثير من المحركات تصب ملفات العضو الدائر كلها كتلة واحدة من الألومنيوم ، وهذا النوع من الملفات هو المبين بشكل ١ — ٢ .

**العضو الثابت**

يتكون العضو الثابت في المحرك ذى الوجه المشطور من قلب حديدي مصنوع من الرقائق ، به مجار مفلقة نصفيا ، ومثبت في اطار من الحديد الزهر أو الصلب ، ثم من وحدتين من ملفات النحاس المعزول ، تشغلان المجارى ، ويطلق على احدهما ملفات البدء (أو بدء الحركة) وعلى الثانية ملفات الحركة . وفى شكل ١ — ٣ صورة للعضو الثابت ، كما ان شكل ١ — ٤ يمثل رسما تخطيطيا لنوعى الملفات . وعند بدء الحركة يكون كل من نوعى الملفات متصلا بخط القدرة ، حتى اذا ما وصل المحرك الى سرعة معينة ، تنفصل ملفات البدء عن خط القدرة آليا بوساطة المفتاح الذى يعمل بالقوة المركزية الطاردة ( مفتاح القوة المركزية أو مفتاح الطرد المركزى ) ، والموجود بداخل المحرك .

**الغطاءان الجانبيان ( الدرعان أو الدعامتان الجانبيتان )**

يربط الغطاءان الجانبيان مع العضو الثابت بوساطة مسامير محوية ، أو مسامير بصواميل ، ومهمتهما الرئيسية حمل العضو الدائر في وضع معين بالنسبة للعضو الثابت ، وهما مبينان بالشكلين ١ — ٥ و ١ — ٧ . ويرتكز كل طرف من طرفي عمود العضو الدائر في كرسى « بلى » أو كرسى « جلبة » موجود في تجويف خاص به في أحد الغطاءين الجانبيين ، وبذلك يصبح ثقل العضو الدائر كله محملا على هذين الكرسيين ، اللذين يحفظانه في وضع مركزى مضبوط بداخل العضو الثابت ، فتحدث حركة الدوران دون ان يحتك العضو الدائر بالعضو الثابت .

**مفتاح الطرد المركزى**

مفتاح الطرد المركزى موجود بداخل المحرك ، ومهمته أن يفصل ملفات البدء ، بعد أن يصل العضو الدائر الى سرعة معينة ، ويتكون النوع المألوف منه من جزئين رئيسيين هما : الجزء الساكن ( مبين بشكل ١ — ٦ ) ، وجزء يدور . ويوجد الجزء الساكن على الغطاء الجانبى الأمامى للمحرك ، وبه نقطتا تلامس ، وهو يشبه في طريقة عمله فاصلا لطرف واحد مفرد ، أما الجزء الذى يدور من المفتاح فيوجد على العضو الدائر ، كما هو موضح بشكل ١ — ٧ . يمكن توضيح طريقة عمل مفتاح الطرد المركزى على الوجه التالى :

بالرجوع الى شكل ١ — ٨ يتضح أنه عندما يكون المحرك ساكنا فان طرفي التلامس ( التلامسين ) على الجزء الساكن من المفتاح يظلان متلامسين بفعل الضغط الواقع عليهما من الجزء الذى يدور . وعندما تصل سرعة المحرك الى

٧٥ في المائة تقريبا من السرعة الكاملة ، فان الجزء الذى يدور يكون قد رفع ضغطه عن طرفى التلامس ، تاركا لهما حرية الانفصال عن بعضهما ، وعاملا بذلك على فصل ملفات البدء من الدائرة آليا .

وفى نوع آخر لفتح الطرد المركزى ، يستعمل على نطاق واسع فى الوقت الحاضر ، يتكون الجزء الساكن من قطعتين من النحاس ، كل منهما على شكل نصف حلقة ، معزولتين احدهما عن الأخرى ، ومثبتتين على الوجه الداخلى للغطاء الجانبى الامامى ، ويتكون الجزء الذى يدور من ثلاث أصابع نحاسية تحيط بالجزء الساكن وترتكز عليه أثناء بدء المحرك فى الدوران . وهذه الأجزاء كلها مبينة بشكل ١ — ٩ . وفى أثناء بدء الحركة تكون قطعتا النحاس على اتصال دائم عن طريق الأصابع النحاسية ، وبذلك تصبح ملفات البدء متصلة فى دائرة المحرك . وعندما تصل سرعة المحرك الى ٧٥ في المائة تقريبا من قيمتها الكلية تتسبب القوة المركزية الطاردة فى رفع الأصابع من فوق قطعتى النحاس ، عاملة بذلك على فصل ملفات البدء من الدائرة .

### تشغيل المحرك ذى الوجه المشطور

توجد فى المحرك ذى الوجه المشطور عادة ثلاث وحدات مستقلة من الملفات ، وهى لازمة لتشغيل المحرك على الوجه الصحيح ؛ واحدة منها موجودة على العضو الدائرى ، وتعرف بملفات القفص السنجابى ، والاخرتان موجودتان على العضو الثابت ، وموضوعتان بالطريقة المبينة فى شكل ١ — ١٠ . وكل وحدة من ملفات المحرك المبينة ذات أربعة أقسام أو اقطاب .

#### ملفات القفص السنجابى

تتكون ملفات القفص السنجابى من عدد من قضبان النحاس الفليضة ، مبيطة فى مجارى القلب الحديدى ، وتلتحم أطراف القضبان فى كل من الناحيتين مع حلقة نحاسية سمكية تكمل الدائرة الكهربية ، كما انه يمكن صب القضبان مع الحلقتين قطعة واحدة ، كما هو مبين بشكل ١ — ٧ .

#### ملفات العضو الثابت

تتضمن ملفات العضو الثابت على : (١) ملفات من سلك النحاس السميك المعزول ، موجودة عادة فى قاع مجارى العضو الثابت وتعرف بملفات الحركة او الملفات الرئيسية (٢) ملفات من سلك النحاس الرفيع المعزول ، وهى



موضوعة فوق ملفات الحركة وتعرف بملفات البدء أو الملفات المساعدة . ونوعا الملفات هذان يكونان متصلين معا على التوازي مع الخط عند بدء الحركة ، وعندما يصل المحرك الى ما يقرب من ٧٥ في المائة من سرعته الكاملة ينفرج مفتاح الطرد المركزي ، كما هو مبين بشكل ١ — ١١ ب ، عاملا بذلك على فصل ملفات البدء من الدائرة ، وتاركا لملفات الحركة وحدها مهمة تشغيل المحرك .

عند البدء يتولد مجال مغناطيسي داخل المحرك نتيجة لمرور التيار الكهربى فى كل من ملفات الحركة وملفات البدء ، وهذا المجال المغناطيسى يدور ، فيولد تيارا بالتأثير فى ملفات العضو الدائر ، التى تنتج بدورها تبعا لذلك مجالا مغناطيسيا آخر ، ثم يتألف هذان المجالان المغناطيسيان بطريقة تؤدي الى دوران المحرك . فملفات البدء لازمة اذا عند بدء التشغيل للمساعدة على توليد المجال المغناطيسى الدائر ، ثم تزول الحاجة اليها ، وتفصل من الدائرة بواسطة مفتاح الطرد المركزي ، وذلك عندما يدور المحرك بسرعته الكاملة

### طريقة تحليل متاعب المحركات

اذا ما تبين أن المحرك لا يعمل على الوجه المضبوط ، فان هناك طريقة محددة يجب اتباعها ، لمعرفة الاصلاحات اللازم اجراؤها ، حتى يصبح المحرك فى حالة مناسبة للتشغيل الصحيح ، اى انه يجب عمل بعض التجارب على المحرك ، حتى يمكن استكشاف العطل فيه ، وعلى ضوء هذه التجارب يمكن للقائم باصلاح المحرك من التقدير بسرعة ، عما اذا كان الامر يتطلب اصلاحات بسيطة ، كالحاجة الى كراسى جديدة ، او مفاتيح جديدة ، او تغيير التوصيلات ، او ان المسألة تحتاج الى اعادة لف بعض الملفات او كلها ، من جديد .

### طريقة التحليل

فيما يلى الخطوات التى تتبع لتحديد اعطال المحرك ، وهى مرتبة بنفس التسلسل المنطقى اللازم اتباعه ، لتحديد الاصلاحات الواجب القيام بها ، لاعادة المحرك الى حالته الطبيعية :

- ١ — افحص المحرك بفرض البحث عن عيوب ميكانيكية ، كأن يكون فى أحد الفطاءين الجانبيين كسر أو شذوخ أو يكون العمود منحنيًا ، أو تكون اطراف التوصيلات الكهربائية مقطوعة أو محروقة .

٢ — افحص المحرك بفرض البحث عن عيوب في الكراسى ، وفي هذه الحالة حاول أن تحرك العمود الى أعلى وإلى أسفل داخل الكرسي ، فإذا تحرك معك ، فإن هذا يعنى أن الكرسي متآكل . أدر العضو الدائر بعد ذلك باليد للتأكد من أنه يدور بدون عائق ، فإذا لم يدر المحور بهذه الطريقة بسهولة ، فإن هذا يعنى أن هناك خللاً في الكرسي ، أو أن العمود منحني ، أو أن هناك خطأ في تركيبات المحرك . وفي أي حالة يحتمل أن يحترق سلك المصهر عند توصيل المحرك الى خط القدرة .

٣ — افحص المحرك لترى ما إذا كانت بعض الأسلاك الداخلية قد أصبحت في حالة تلامس مع القلب الحديدي للعضو الدائر أو للعضو الثابت ، وهذا هو ما يسمى باختبار التماس الأرضي ، ويمكن عمله باستعمال مصباح اختبار .

٤ — بعد التأكد من أن العضو الدائر يلف بدون عائق ، فإن الاختبار التالي يكون بتشغيل المحرك ، فتوصل أسلاك من خط القدرة الى نهايات المحرك ، ويفلق المفتاح لمدى ثوان معدودة ، فإذا كان هناك عطل داخلي ، فقد يحترق سلك المصهر ، أو يتصاعد بعض الدخان من الملفات ، أو قد يدور المحرك ببطء أو بضجيج ، أو قد لا يدور على الإطلاق . وتعنى مثل هذه الظواهر وجود خلل داخلي بالمحرك ، وهو في العادة احتراق بعض الملفات . وفي هذه الحالة يرفع الفطاءان الجانبيان ، وتفحص الملفات بعناية كبيرة . فإذا كان الخلل فعلاً نتيجة لاحتراق بعض الملفات ، فإن شكلها وكذلك ملمسها ورائحتها سوف تكشف عن أنها محترقة .

### إعادة لف المحرك ذي الوجه المشطور

إذا ما ثبت بعد اجراء التجارب السابق ذكرها أن بعض ملفات المحرك قد احترقت تماماً ، أو أنها في حالة تماس شديد ، فإن من الضروري إعادة لف هذه الملفات حتى يمكن إعادة المحرك الى حالة التشغيل الطبيعية . وقبل فك أجزاء المحرك يجب وضع علامات على الفطاءين الجانبيين والأطوار بالزئبق ، وذلك حتى يمكن تجميع الأجزاء كما كانت بالضبط ، وفي هذه الحالة تدق علامة واحدة على كل من الفطاء الجانبي الأمامي وجانب الأطوار

المتاخم له ، وتدق علامتان على كل من الغطاء الجانبى الخلفى وجانب الاطار من ناحيته . ثم تفك بعد ذلك أجزاء المحرك وتعد للتصليح .

اصلاح محرك ذى وجه مشطور به ملفات تالفة يتم على عدة مراحل أهمها : (١) اخذ المعلومات ، (٢) حل الملفات ، (٣) عزل المجارى ، (٤) اعادة اللف ، (٥) توصيل الملفات ، (٦) اجراء الاختبارات ، (٧) التخميص والدهان بالورنيش .

### أخذ المعلومات

ان عملية اخذ المعلومات هى أهم العمليات المذكورة سابقا ، وهى تتلخص فى ملاحظة بعض الصفات المحددة التى تختص بها الملفات القديمة ، وذلك حتى لا تنشأ صعوبات عند اعادة لف المحرك . وتدون الملاحظات قبل ، وفى اثناء حل الملفات من القلب الحديدى للعضو الثابت . وافضل ما يمكن ان يتبع فى مثل هذه الحالة ، هو تدوين أكبر قسط من المعلومات قبل البدء فى الحل ، ثم تدوين باقى المعلومات فى اثناء عملية الحل نفسها . والمعلومات التى يجب الحصول عليها فيما يختص بملفات الحركة وملفات البدء تشتمل على : (١) المعلومات التى على لوحة التسمية ، (٢) عدد الأقطاب ، (٣) خطوة اللف ( عدد المجارى التى يحصرها كل ملف ) ، (٤) عدد الملفات فى كل ملف ، (٥) مساحة مقطع السلك فى كل الملفات ، (٦) نوع التوصيل ( أى على التوالى أو التوازى ) ، (٧) موضع الملفات بالنسبة الى بعضها البعض ، (٨) نوع اللف ( عما اذا كان باليد أو على ضبعة أو بالحزمة ) ، (٩) مواصفات عازل المجارى .

ويجب تدوين المعلومات المبينة فيما سبق بالطريقة التى يتمكن بها القائم باصلاح المحرك من اعادة لفه ، بدون اضاءة الوقت نتيجة لعدم كفاية المعلومات التى امامه عن الملفات الأصلية . ولتوضيح الطريقة التى تلائم العامل فى الحصول على المعلومات المطلوبة ، لنفترض أنه يازم اعادة لف محرك ذى أربعة أقطاب وبه ٣٢ مجرى . فى هذه الحالة يتصرف العامل المتمرن على الوجه التالى ، فى سبيل الحصول على المعلومات الضرورية :

دون المعلومات التى على لوحة التسمية على لوحة معلومات كالمبينة بشكل ١ - ١٥ ؛ والمعلومات الموجودة على لوحة التسمية مهمة جدا ، لأنها تبين للعامل دفعة واحدة ، اسم صانع المحرك ، وقدرة المحرك ، وجهد



تشغيله ، وسرعته عند التحميل الكامل . وتوضح لوحة التسمية أيضا ما اذا كان المحرك يعمل بالتيار المستمر او المتردد ، والتيار الذى يأخذه عند الحمل الكامل ، ونوع المحرك ورقمه المسلسل ، وهذا الرقم مهم في حالة ما اذا كان من اللازم طلب قطع غيار جديدة .

شكل ١ — ١٠ يبين عضوا ثابتا لمحرك ذى وجه مشطور ، بأربعة أقطاب ، وبه ٣٢ مجرى ، كما يظهر من أحد الجانبين . وتتكون كل وحدة ملفات من أربعة أقسام ، وهى التى تعرف بالأقطاب او المجموعات ، ولمعرفة عدد أقطاب المحرك ، يكتفى بعد هذه الأقسام في ملفات الحركة . في شكل ١ — ١٠ يعنى وجود أربعة أقسام في ملفات الحركة أن المحرك ذو أربعة أقطاب ، ولو كان عدد الأقسام في ملفات الحركة ستة ، لكان المحرك ذا ستة أقطاب . ولما كان عدد الأقطاب في المحرك التأثيرى هو الذى يحدد سرعته ، فان من الضرورى جدا معرفة العدد الصحيح للأقطاب . ويدور المحرك ذو القطبين بسرعة اقل قليلا من ٣٦٠٠ لفة في الدقيقة ، والمحرك ذو الأربعة الأقطاب بسرعة تبلغ حوالى ١٧٥٠ لفة في الدقيقة ، والمحرك ذو الستة الأقطاب بسرعة تقرب من ١٢٠٠ لفة في الدقيقة ، والمحرك ذو الثمانية الأقطاب بسرعة اقل قليلا من ٩٠٠ لفة في الدقيقة . جميع هذه السرعات تنتج فقط في حالة تغذية المحركات بتيار يبلغ تردده ٦٠ ذبذبة في الثانية ، فاذا اختلف تردد التيار عن ذلك ، نتجت سرعات أخرى .

اذا امكن قطع مجموعة الملفات عند أى خط وفردها على مستوى افقى ، يصبح مرأى الملفات كما هو واضح بشكل ١ — ١٢ . ويلاحظ هنا موضع ملفات الحركة بالنسبة الى ملفات البدء ، حيث تمتد هذه الأخيرة فوق قطبين من ملفات الحركة ، ويحدث ذلك دائما في محركات الوجه المشطور مهما يكن عدد الأقطاب ، او عدد المجارى ، فيها . وملاحظة موضع ملفات الحركة بالنسبة للملفات البدء ، وتسجيله ، مسألة على جانب كبير من الأهمية ، وذلك لأنه اذا اختلف موضعهما عند إعادة اللف ، فقد لا يدور المحرك بانتظام . والمسافة بين ملفات البدء وملفات الحركة هى في الواقع ٩٠ درجة ، اذا قيست بالدرجات الكهربائية ، وذلك مهما يكن عدد الأقطاب بالمحرك ، وانما يختلف عدد الدرجات بين نوعى الملفات باختلاف عدد الأقطاب اذا قيست بالدرجات الميكانيكية . فاذا كان المحرك ذا أربعة أقطاب ، تكون المسافة بين ملفات البدء وملفات الحركة ٥ درجات ميكانيكية ، وتكون المسافة في حالة محرك ذى ستة أقطاب ٣ درجات ميكانيكية فقط .

عند فحص أحد أقطاب ملفات البدء ، أو ملفات الحركة ، عن قرب ، يتضح أنه يتكون من ثلاثة ملفات مستقلة ، تم لف كل منها على حدة ، كما هو موضح بشكل ١ — ١٣ . ويحتل كل ملف مجريين يبعدان بعضهما عن بعض بمقدار مجرى واحد أو أكثر ، ويطلق على عدد المجارى التى تفصل بين جانبي الملف ، بما فى ذلك المجريان اللذان يحتلهما الملف ، الخطوة أو الفتحة ، ويرمز اليها ب «٤،١» أو «٦،١» أو «٨،١» على حسب الحالة ، وشكل ١ — ١٤ يبين ذلك . ولما كان كل ملف يمتد على الجانبين ، بعد خروجه من المجرى ، مسافة محددة ، وهو ما يطلق عليه بالحيز الجانبى ، فانه يجب قياس هذه المسافة وتسجيلها ، وذلك حتى يراعى عند اعادة اللف الا تمتد الملفات الى خارج المجارى مسافة أكبر من ذلك ، فتتلامس مع الفطاء الجانبى ، مما قد ينتج عنه تماس ارضى .

### لوحة معلومات لمحرك ذى وجه مشطور

اسم الصانع

القدرة بالحصان	الملفات فى الدقيقة	القوات	الأمير
الذبذبات	النوع	الاطار	طريقة صنعه
درجة الحرارة	الطراز	الرقم المسلسل	الوجه
عدد الأقطاب		عدد المجارى	

الملفات	مقاس السلك	عدد الدوائر	الخطوة	عدد اللفات
الحركة				
البدء				

مجرى رقم ١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨ ٩ ١٠ ١١ ١٢ ١٣ ١٤ ١٥ ١٦ ١٧ ١٨ ١٩ ٢٠ ٢١ ٢٢-٣٦-١

الحركة

البدء

الدوران فى اتجاه عقربى الساعة فى عكس اتجاه عقربى الساعة

( شكل ١ — ١٥ )

الخطوة التالية تكون بتدوين المعلومات الخاصة بوضع الملفات وخطوة اللف ، وهى التى تم الحصول عليها . ويمكن عمل ذلك بتمثيل كل المجارى وكل الملفات بنفس الطريقة التى يتبعها معظم عمال التصليح ، وهى المبينة بشكل ١ — ١٥ . وعند اتباع هذه الطريقة ، يكتفى لتسجيل خطوات الملفات برسم اقواس تصل ما بين المجارى المتناظرة . ويمثل كل قوس منها ملفا من ملفات القطب المغناطيسى . شكل ١ — ١٥ أنموذج للوحة معلومات كاملة ، يمكن رصد كل المعلومات اللازم أخذها فيها .

لا تحتوى كل المحركات على ٢٢ مجرى . وانما تحتوى معظم محركات الوجه المشطور على ٣٦ مجرى . كما أن بعضها يحتوى على ٢٤ مجرى . ويوضح شكل ١ — ١٦ رسما للملفات محرك ذى أربعة أقطاب و ٣٦ مجرى ، كما يوضح شكل ١ — ١٧ رسما للملفات محرك ذى أربعة أقطاب و ٢٤ مجرى .

موضع الأقطاب المغناطيسية للملفات الحركة بالنسبة للإطار نفسه ، هو أيضا من المعلومات الواجب معرفتها . ويبين مكان المحور لكل قطب بتغيير حجم المجرى عنده ، وهذا يكفى لتحديد موضع الأقطاب بالضبط عند إعادة اللف . وعند عدم وجود مجار ذات أحجام متتيرة . يجب تحديد موضع الأقطاب بدق المجرى أو المجارى عند محورها بالزمنية .

يجب معرفة نزع التوصيلات بين الأقطاب بعد ذلك . وسوف يأتى بعد قليل فى هذا الباب شرح للأنواع المختلفة من هذه التوصيلات وطريقة رصدها . وإلى جانب ذلك يجب معرفة عدد الملفات فى كل ملف . ومعرفة مساحة مقطع السلك . وذلك باستعمال معيار سلك . أو ميكرومتر . وهذه التفصيلات يمكن ملاحظتها أثناء حل الملفات فى العضو الثابت .

وإذا كانت ملفات بدء الحركة هى وحدها التى احترقت ، أو حدث بها تماس ، فمن الضرورى جمع كل المعلومات عن هذه الملفات وحدها .

### حل العضو الثابت

إذا كان من اللازم تغيير ملفات البدء فقط . فمن الممكن رفعها بسهولة ، بأن تقطع الأسلاك على أحد جانبي العضو الثابت ، وتسحب من المجارى من الناحية الأخرى . ويمكن فى بعض الأحيان رفع الأسلاك من المجارى ، وذلك بعد رفع الخوابير التى تحفظها فى مكانها . ويستعمل سلاح منشار يدوى لرفع الخوابير ، كما هو مبين بشكل ١ — ١٨ . وفى هذه الحالة يدق سلاح

المنشار ١ بالمطرقة ٢ حتى تنفرس الأسنان في الخابور ، ثم يدفع المنشار والمطرقة الى الخارج في اتجاه الأسنان .

إذا كان من اللازم حل ملفات العضو الثابت كلها ، فإن الطريقة المتبعة في معظم محال التصليح تكون بحرق العضو الثابت في فرن معد لهذا الغرض ، أو تطرية الورنيش عن طريق تمرير تيار كبير في الملفات ، وذلك لأنها تكون في العادة متماسكة ومتصلبة جدا ، بسبب تشرب الأسلاك بكميات كبيرة من الورنيش . وقد يحتاج الأمر الى وقت طويل لرفع الأسلاك بدون حرق الورنيش مقدما .

يجب في أثناء حل الملفات عهد الملفات في ملفات قطب أو قطبين من ملفات الحركة وملفات البدء . وتسجل النتيجة في المكان المخصص لها في اللوحة بشكل ١ - ١٥ ، وإلى جانب الأقواس التي تمثل خطوة الملفات . وفي نفس الوقت يمكن قياس مقطع السلك في ملفات الحركة وملفات البدء وتدوينه ، وكذلك يمكن تحديد نوع العازل الذي يغطي السلك . فإذا كان السلك رقم ١٨ مكسواً بطبقة واحدة من القطن فوق المينا يسجل بأنه « رقم ١٨ م.ق.م. » ( مفرد قطن مينا ) . وتستعمل معظم محال التصليح الآن سلك ماجنت مغطى بعازل من الفورمفار أو الفورمكس ، وهو عازل يشغل حيزاً أقل مما يشغله م.ق.م. وهو علاوة على أن درجة عزله عالية ، يعطى الملفات صلابة وتماسكاً ، مما يجعله يحظى بتفضيل كبير . وعند تسجيل هذا النوع من العازل يستعمل الرمز « رقم ١٨ فورمفار » . بعد رفع الملفات من المجارى يجب تنظيف المجارى جيداً من بقايا العازل . وإذا كان العازل متفحماً ، فإن من السهل إزالته ، لأنه سوف يتساقط عند رفع الأسلاك . أما إذا كان العازل ملتصقاً بجدران المجارى ، فيمكن استعمال سكين أو أداة حادة لإزالته .

الخطوة التي تتخذ في العادة بعد رفع الملفات تكون بنفخ كل ما يمكن أن يكون متبقياً في العضو الثابت من أقدار أو أتربة أو مواد غريبة ، ويتم هذا باستعمال مضخة هوائية ، فيعمل ضغط الهواء الذي ينساب من فتحة صغيرة على تنظيف العضو الثابت تماماً . وإذا كان بالعضو الثابت آثار شحومات ، يجب غسله بسائل تنظيف ، ويفضل أن يكون غير قابل للاشتعال .

### عزل المجارى

بانهاء العملية السابق وصفها يكون قد تم تفكيك المحرك ، ويمكن حينئذ البدء بإعادة اللف . وقبل انزال الملفات في المجارى يجب وضع عازل ، حتى لا تتلامس الأسلاك مع أى جزء من القلب الحديدي . وتستعمل عدة أنواع

من المواد العازلة لهذا الغرض ، بعضها ، وهى الشائعة الاستعمال (١) ورق ارمو ، وهو ورق قماشى متين ينثنى بدون أن ينكسر (٢) كامبرك مدهون بالورنيش ، وهو عازل لا يتأثر بالزيوت أو الرطوبة ، ودرجة عزله للكهرباء عالية ، (٣) عزل مزدوج باستعمال العازلين معا . وعند إعادة عزل قلب حديدى ، فإن خير ما يتبع هو استعمال نفس نوع وسمك الطبقة العازلة التى كانت مستعملة مع الملفات الأصلية .

يقطع العازل بمقاس أكبر من طول المجرى بحوالى  $\frac{1}{2}$  بوصة ( كما هو مبين بشكل ١ - ١٩ ) ثم يشكل على مقاس جدران المجرى . وكثير من عمال اللف والصناع ينثون العازل عند الجوانب ، كما هو مبين ، وذلك لمنع من الانزلاق فى المجرى ، مما يؤدي الى توصيل بعض الملفات بالأرض . وبالنسبة للمحركات ذات القدرة الكسرية — الحصان ، فى المتوسط ، يستعمل ورق ارمو سمك ٠.١٥ ر. من البوصة ، على وجه التقريب ، لعزل المجارى . ويفصل بين ملفات البدء وملفات الحركة عادة كامبرك مدهون بالورنيش بسمك ٠.٠٧ ر. من البوصة . ويبين شكل ١ - ١٩ أيضا طريقة وضع شريط ملو من مادة عازلة لكى يغطى حواف المجرى أثناء عملية اللف . ويمكن ازالة هذا الشريط بعد انتهاء العملية ، أو ينثنى طرفاه بعضهما فوق بعض ، ويترك فى المجرى .

### إعادة اللف

توجد ثلاث طرق لللف المحرك ذى الوجه المشطور ، وهى (١) اللف اليدوى ، (٢) اللف على ضبعة ، (٣) اللف بالحزمة . وتستعمل كل هذه الطرق فى الحياة العملية ، ولكل منها مميزاته الخاصة . وفى جميع الحالات- توضع ملفات الحركة بأكملها فى مكانها من المجارى ، أولا ، ثم تلف فوقها بعد ذلك ملفات البدء . ويجب ، بطبيعة الحال ، وضع عازل مناسب بين نوعى الملفات .

**اللف اليدوى :** يمكن استعمال اللف اليدوى مع كل من ملفات البدء وملفات الحركة ، وفى هذه الحالة تدخل الأسلاك فى المجارى لفة بعد لفة ، مبتدئين بالملف الداخلى ، ثم يتتابع بعد ذلك اللف حتى تنتهى ملفات القطب الواحد . ولتوضيح الأمر نضرب فيما يلى مثالا بلف عضو ثابت ذى ٣٢ مجرى .

١ — بعد العضو الثابت والى جانبه بكرة السلك ، كما هو موضح بشكل ١ — ٢٠ ، وتدخل نهاية السلك في قاع المجرى ، ثم يلف الملف الداخلى « ١ ، ٤ » بعدد اللفات المطلوبة .

٢ — بعد استكمال عدد لفات الملف الداخلى ، يلف الذى يليه بخطوة « ٦٤١ » في نفس الاتجاه كما هو مبين بشكل ١ — ٢١ . ويتابع اللف بهذه الطريقة حتى يتم ادخال جميع ملفات القطب في مجاريها ؛ ويجب عدم قطع السلك قبل أن ينتهى القطب . ومن المستحسن أن يوضع في المجارى عند محور القطب موجّهات خشبية ( أو خواير من الخشب ) قبل بدء اللف ، كما هو مبين بشكل ١ — ٢٢ . ثم يلف السلك من تحت نهايات هذه القضبان . وتمنع هذه الطريقة اللفات من الخروج من المجارى في أثناء لفيها .

٣ — بعد الانتهاء من لف القطب توضع خواير من الخشب أو الفبر في المجارى فوق السلك حتى لا تخرج الملفات من المجارى . وترفع الموجّهات الخشبية .

٤ — تلف الأقطاب الأخرى بنفس الطريقة التى بها لف أول قطب .

**اللف على ضبعة :** في هذه الحالة يتم لف كل ملف أولاً على أطبار من الخشب أو المعدن بنفس الشكل والمقاس كما في المحرك (ضبعة) . ثم يرفع من فوقه ويوضع في المجارى كما هو .

١ — وتبدأ العملية بأخذ مقاس الإطار من القلب الحديدي للعضو الثابت ، فتشكل قطعة من السلك الفليظ على شكل اللفة الداخلية . خطوة « ٤٠١ » كما هو مبين بشكل ١ — ٢٣ ، مع زيادة الطول بـ  $\frac{1}{2}$  بوصة خارج المجرى من كل ناحية . ثم تكرر العملية مع الملف الأكبر ، وهو الملف التالى ، على أن يمتد الى خارج المجرى من الناحيتين ، بحيث تصبح المسافة بينه وبين الملف الأول حوالى  $\frac{3}{4}$  من البوصة . ويمكن الحصول على مقاس كل من الملفين الباقيين بنفس الطريقة .

تعد بعد ذلك كتل من الخشب بالمقاسات المختلفة ، على أن يكون سمك كل منهما يعادل  $\frac{1}{2}$  عمق المجرى ، ثم تربط معا بمسمار وصامولة . كما هو مبين بشكل ١ — ٢٤ .



- ٢ — يلف السلك بعد ذلك على كتل الخشب عدد المرات المطلوبة ، مبتدئين بالصفري ، ثم تربط كل وحدة بالدوارة ، حتى يمكن حفظ لفاتها معا ، وترفع من فوق الاطار .
- ٣ — توضع الملفات بعد ذلك في المجارى وتدفع جيدا حتى تستقر على القاع .
- ٤ — تحفظ الاسلاك داخل المجارى بوساطة خواير من الخشب او الفبر .

**اللف بالحزمة :** طريقة اللف بالحزمة تستعمل أصلا في ملفات البدء ، ويكون الملف في هذه الحالة كبيرا بحيث يمكن وضعه في أى من المجارى الخاصة بالأقسام المختلفة للقطب . وتمتاز هذه الطريقة بأنها تمكنا من وضع عدد كبير من الاسلاك في المجرى في نفس الوقت .

- ١ — يؤخذ مقاس ملف الحزمة عادة من الملفات الأصلية عند تفكيك المحرك : ولف الحزمة تسهل معرفته عند رؤيته ، اذ يمكن معه رفع القطب بأكمله كملف واحد . واذا لم يتيسر الحصول على مقاس ملف الحزمة بهذه الطريقة ، فيمكن ايجاده بلف قطعة واحدة من السلك في المجارى ، كما هو مبين بشكل ١ — ٢٥ . وتجب العناية بترك مسافات كافية حتى لا تصبح الملفات مزدحمة عند وضعها . ثم يلوى الطرفان معا ، ويرفع السلك من المجارى .

- ٢ — يشكل السلك على هيئة مستطيل ، كما هو مبين بشكل ١ — ٢٦ ، ثم تدق أربعة مسامير في لوحة خشبية ، كما هو موضح بشكل ١ — ٢٧ .

- ٣ — يلف السلك حول المسامير عدد اللفات المطلوبة في ملف الحزمة ، مع الاحتفاظ بطرفي السلك طليقين ، كما هو ظاهر بشكل ١ — ٢٧ . وقبل رفع الملف من الاطار يجب ربطه عند عدة نقط حتى لا ينحل .

وفي طريقة أخرى تستعمل بكرتان فارغتان ، تدقان على جانبي المنضدة وتفصلهما المسافة المرغوبة ، ثم تلف اللفات حول هاتين البكرتين .

٤ — يرفع الملف بعد ذلك من حول المسامير ويوضع في المجريين على اصفر خطوة ، كما هو موضح بشكل ١ — ٢٨ ثم يلوى الملف ويوضع في المجريين التاليين على خطوة اكبر ، وتتابع هذه العملية حتى يتم لف القطب . وفي كثير من المحركات يدخل الملف في نفس المجريين مرتين او ثلاث مرات ، ويتوقف ذلك على طريقة اللف الأصلية . يبين شكل ١ — ٢٠ ملفا أدخل في نفس المجريين مرتين .

**تغيير اللف اليدوى الى لف بالحزمة :** يستحب في كثير من الأحيان تغيير ملفات الضور الثابت من اللف اليدوى الى اللف بالحزمة ، وخصوصا اذا لم يكن مقاس السلك أكبر من رقم ٢١ م.س.١ (مقياس سالك أمريكى) ، اذ ليس من الحكمة اجراء التغيير اذا زاد مقاس السلك عن ذلك ، حيث ينسحب من الصنب الى الملف .

ولتوضيح كيف يتم اجراء ذلك . نضرب مثلا بقطب يحتوى على عدد لفات ٨٥ ، ملفوفة باليد ، منها عشرون في الخطوة « ٤٠١ » و ٢٨ في الخطوة « ٦٠١ » و ٢٧ في الخطوة « ٨٠١ » . عدد اللفات في هذا القطب مجتمعة . بعد وضعها في المجارى ، يجب ان يكون اذا اقرب ما يكون الى ٨٥ ، كما ان عدد اللفات على مجرى واحد يجب ان يظل كما كان في الملفات الأصلية على وجه التقريب . لذلك تلف الحزمة ٢١ لفة وتوضع في المجارى على خطوة « ٤٠١ » مرة ، وعلى خطوة « ٦٠١ » مرتين ، وعلى خطوة « ٨٠١ » مرة ، كما هو مبين بشكل ١ — ٢٠ . بهذا يصبح عدد اللفات في الخطوة « ٤٠١ » هو ٢١ . وعدد اللفات في الخطوة « ٦٠١ » هو ٤٢ وعدد اللفات في الخطوة « ٨٠١ » هو ٢١ . ويكون مجموع عدد اللفات في القطب مجتمعة هو ٨٤ ، وهذا العدد قريب بما فيه الكفاية من العدد الأصلى ٨٥ . كذلك عدد اللفات على المجرى الواحد قريب جدا من العدد الأصلى . بما يجعلنا نطمئن الى تشغيل المحرك بصورة مرضية . وللحصول على مقاس الحزمة تتبع نفس الطريقة الموضحة بشكل ١ — ٢٥ ، فيما عدا ان السلك يلف مرتين في الخطوة الوسطى .

### توصيل الملفات

بعد ان يتم لف كل اقطاب المحرك ، تصبح الخطوة التالية توصيل الملفات بعضها ببعض . ويجب ان يكون كل قطبين متجاورين مختلفى القطبية . مهما كان عدد الأقطاب . ويحدث هذا اذا كان توصيل الملفات بطريقة تجعل التيار

يمر في ملفات القطب الأول في اتجاه عقربى الساعة ، وفي ملفات القطب الثانى فى عكس اتجاه عقربى الساعة ، وهكذا بالتتابع باتجاهات متغيرة فى باقى الأقطاب ، كما هو مبين بشكل ١ — ٣١ .

يكثُر فى هذه الأيام استعمال المحركات ذات الأربعة الأقطاب الموصلة على التوالى ، لذلك سوف نقوم بشرح هذا النوع من التوصيل . ويجب أن يكون مفهوماً أنه إذا كانت ملفات الحركة متصلة على التوالى ، فإن ملفات البدء تكون متصلة بنفس الطريقة ، وهناك حالات تشد عن ذلك ، ولكنها لا تقابلنا كثيراً .

**التوصيل على التوالى لأربعة أقطاب فى ملفات الحركة :** توصل الأسلاك كما هو مبين بشكل ١ — ٣١ ، أى يوصل الطرف النهائى للقطب ١ بالطرف النهائى للقطب ٢ ، ثم يوصل الطرف الابتدائى للقطب ٢ بالطرف الابتدائى للقطب ٣ ، كما هو موضح بشكل ١ — ٣٢ . استمر فى التوصيل ، كما هو موضح بشكل ١ — ٣٢ ، صل الطرف النهائى للقطب ٣ بالطرف النهائى للقطب ٤ ، ثم صل طرفى خط القدرة بالطرف الابتدائى للقطب ١ والطرف الابتدائى للقطب ٤ . ولتبسيط الموضوع يمكن توضيح التوصيلات السابقة ، بعد تمثيل كل قطب بشكل مستطيل ، كما هو مبين بالأشكال ١ — ٣٤ الى ١ — ٣٦ .

ويمثل شكل ١ — ٣٧ كلا من شكلى الملفات بالتفصيل ، والشكل المبسط لملفات الحركة بأكملها ، فى محرك ذى ٣٦ مجرى وأربعة أقطاب ، وذلك بقصد المقارنة . ويلاحظ أن كل الأقطاب ملفوفة بنفس الطريقة ، ولكنها متصلة فيما بينها بشكل يجعل الأقطاب المتجاورة تختلف فى قطبيتها .

بعد أن يكتسب الطالب الخبرة الكافية فى لف أقطاب ملفات الحركة ، يصبح قادراً على لف كل الأقطاب مرة واحدة بدون أن يقطع السلك عند انتقاله من لف قطب الى لف آخر . وهنا يجب مراعاة تغيير اتجاه اللف من قطب الى آخر ، فيلف القطب الأول فى اتجاه عقربى الساعة ، والثانى فى عكس اتجاه عقربى الساعة ، والثالث فى اتجاه عقربى الساعة ، وهكذا .

ولكى نعرف مفضلة الأقطاب الصحيحة هى أم لا بعد انتهاء عملية التوصيل ، يمرر فى الملفات تيار مستمر ذو جهد منخفض ، وتنقل بوصلة فى داخل العضو الثابت من قطب الى الذى يليه ، فينعكس اتجاه أبرتها عند كل قطب إذا كانت التوصيلات صحيحة .

### توصيل ملفات البدء على التوالى

توصل ملفات البدء هي الأخرى ، بحيث تختلف القطبية في الأقطاب المتتالية أيضا . وطريقة توصيل الأقطاب بعضها ببعض هي نفسها التي سبق شرحها مع ملفات الحركة ، مع فارق وحيد ، وهو توصيل مفتاح الطرد المركزى اما على التوالى مع الطرف الخارج من القطب ٤ ، أو بين القطبين ٣ ، ٢ . ويبين شكلا ١ — ٣٨ و ١ — ٣٩ التوصيلات الصحيحة لكل من ملفات الحركة وملفات البدء . وفي شكل ١ — ٣٨ نرى توصيل مفتاح الطرد المركزى عند نهاية ملفات البدء ، وفي شكل ١ — ٣٩ نراه موصلا عند منتصف الملفات . شكل ١ — ٤٠ يبين كلا من نوعى الملفات ممثلة على شكل دائرى ، كما هي في الواقع بداخل العضو الثابت .

ويمكن توضيح التوصيلات بصورة مبسطة على رسم تخطيطى ، كما هو مبين بشكل ١ — ٤١ . وليس الغرض من مثل هذا الرسم بيان عدد الأقطاب ولكنه يبين كيفية توصيل أطراف الملفات الى خط القدرة . ويظهر في الشكل خروج سلكى توصيل مباشرة من ملفات الحركة ، كذلك يخرج سلكا توصيل من ملفات البدء . ويمكن تغيير اتجاه دوران المحرك بتبديل توصيل طرفى ملفات الحركة ، أو طرفى ملفات البدء ، مع الخط . ويكون توصيل محرك ذى ستة أقطاب بنفس طريقة توصيل محرك بأربعة أقطاب ، فيما عدا أنه يجب اضافة قطبين . شكل ١ — ٤٢ يبين كيفية توصيل محرك ذى وجه مشطور بستة أقطاب .

### التوصيل على التوازي

على الرغم من أن معظم محركات الوجه المشطور موصلة على التوالى ، فما زال بعض الصناع يوصلون عددا منها على التوازي ، وهى التوصيلات التى تعرف باسم توصيلات التوازي المزدوجة ( أو مزدوجة الدائرة ) . وفي توصيلات التوازي المزدوجة توجد دائريا توصيل لكل نوع من الملفات . كما هو مبين بشكلى ١ — ٤٣ ، ١ — ٤٤ . وعلى كل حال ، فانه بصرف النظر عن عدد دوائر التوصيل فى ملفات الحركة ، يجب أن تكون التوصيلات بحيث تصبح الأقطاب المتجاورة مختلفة في قطبيتها .

### طريقة عمل وصلة أطراف مفتولة ولها بالشريط

توجد طريقة لعمل وصلة بين أطراف توصيل الأقطاب ، وذلك بأن يزال العازل على كل من الطرفين لمسافة تقرب من بوصتين ، ويلوى الطرفان معا بإحكام ، ثم يلحمان بالقصدير . بعد ذلك يلف شريط عازل حول الوصلة .

وشكل ١ - ٤٥ يوضح هذه الطريقة ، حيث يتصل طرف القطب ١ مع طرف القطب ٢ .

توجد طريقة أخرى أفضل بكثير ، يستعمل فيها غلاف مدهون بالورنيش بدلا من الشريط . شكل ١ - ٤٦ يوضح طريقة عمل هذا النوع بالتفصيل ، حيث تتم العملية على خمس خطوات :

أولا - أزل العازل مسافة تقرب من بوصة من طرف توصيل القطب ١ وطرف توصيل القطب ٢ . ثانيا - ضع ما يقرب من طول بوصة من الغلاف ، أو ما يزيد عن ذلك إذا لزم الأمر ، فوق كل من طرفي التوصيل . ثالثا - ضع ما يقرب من بوصتين من غلاف أوسخ على أحد الغلافين الصغيرين . رابعا - اقل طرفي التوصيل معا مستعملا طريقة الوحدة الغربية Western union أو الطريقة المعتدنة Straight splice في الفتل ، ثم الحم بالقصدير . خامسا - حرك الغلافين الصغيرين ناحية الوصلة ، والغلاف الواسع فوقها حتى يغطيها تماما . وتحتاج العملية بأكملها الى وقت أقل مما يستغرقه اللف بالشريط ، وتنتج وصلة أكثر اتقاناً .

يجب استعمال إحدى الطريقتين المذكورتين في وصل الملفات بعضها ببعض في كل من ملفات الحركة وملفات البدء . وبعد توصيل الملفات توصيلا مضبوطة ، تزود أسلاك توصيل كل من ملفات البدء وملفات الحركة مع خط القدرة بأطراف مطاوعة ، ويفضل حينئذ ربط الأسلاك بالأطراف المطاوعة بصل الوصلة انتهى يستخدم فيها الغلاف المدهون بالورنيش ، وبالإضافة الى ذلك تجب العناية بربط الأطراف مع الملفات بأدوية ، كما هو موضح بشكل ١ - ٤٧ ، وذلك حتى لا تنقطع من الملفات ، إذا حدث وتعرضت للشد لأي سبب من الأسباب .

### اختبار الملفات الجديدة

بعد اتمام إعادة الملف وعمل التوصيلات ، يصبح من اللازم اختبار الملفات والوصلات بدقة للتأكد من عدم وجود دوائر قصر أو دوائر مفتوحة ، أو توصيلات غير صحيحة . ويجب أن يكون ذلك قبل الدهان بالورنيش والتحميص ، حتى إذا ما كشف أي خطأ ، يكون اصلاحه أسهل . وسوف تجد فيما بعد في هذا الباب تفصيلا للتوجيهات اللازم اتباعها عند اجراء هذه التجارب ، وذلك مع الجزء الخاص بتحديد الحلل والتصليح .

## التحميص والدهان بالورنيش

بعد اتمام عمل التوصيلات كلها بين الأقطاب فى الملفات ، واختبارها ، وبعد اضافة الوصلات المطاوعة ، التى ستوصل بخط القدرة ، يجب وضع العضو الثابت فى فرن تحميص ، تقرب درجة حرارته من ٢٥٠ درجة فهرنهايت ، لمدة ثلاث ساعات ، نكي يتحمص . ثم يرفع من الفرن ويدهن بالورنيش أسود مضمون . ويجب تركه مدة ساعة تقريبا لكي يتساقط منه الورنيش الزائد ، ثم يوضع مرة ثانية فى الفرن ، ويحمص لمدة بضع ساعات . وعند خروجه من الفرن يجب كشط انسطح الداخلى للعضو الثابت ، وذلك لازالة الورنيش المترسب عليه ، فيصبح هناك الفراغ الكافى ، الذى يمكن للعضو الدائر من أن يدور داخل العضو الثابت بحرية .

## عكس اتجاه الدوران فى المحرك ذى الوجه المشطور

هذه عملية سهلة ، حيث انه يمكن تغيير اتجاه دوران المحرك ذى الوجه المشطور بعكس توصيل الأطراف فى أى من ملفات الحركة أو ملفات البدء . شكل ١ - ٤٨ يبين أسلاك التوصيل لملفات البدء بعد عكسها ، ويمكن مقارنتها بتلك التى تظهر فى شكل ١ - ٤١ .

يوجد بكثير من محركات الوجه المشطور لوحة نهايات ( أو صندوق نهايات ) مثبتة فى الغطاء الجانبى . وبدلا من أخذ كل أطراف الأسلاك الى خارج المحرك ، توصل هذه الأطراف كلها الى لوحة النهايات ، كما هو مبين بشكل ١ - ٤٩ . وفى هذا النوع من المحركات يثبت فى اللوحة نفسها عادة الجزء انساکن من مفتاح انطرد المركزى . وعند عكس اتجاه دوران محرك به لوحة نهايات ، فان أطراف ملفات الحركة على النهايات يكون أسهل من عكس أطراف ملفات البدء ، حيث يكون من الضرورى فى بعض الحالات رفع الغطاء الجانبى لعكس هذه الأسلاك .

## محركات الوجه المشطور ذات السرعتين

حيث ان سرعة المحرك التأثيرى تتوقف على عدد أقطابه (باعتبار أن التردد ثابت لتيار الخط ) ، فان تغيير سرعة محرك ذى وجه مشطور يستلزم تغيير عدد أقطابه ، وهذا يمكن عمله بعدة طرق . تحتاج احدى هذه الطرق الى استعمال ملفات حركة اضافية ، ولا يحتاج الأمر الى استعمال ملفات بدء أخرى . وفى طريقة أخرى نحتاج الى وحدتين من ملفات الحركة ووحدتين



من ملفات البدء • وفى طريقة نائثة تستعمل توصيلات خاصة ، تعرف بتوصيلات الأقطاب المتعاقبة ، وذلك بدون الحاجة الى استعمال ملفات حركة أو ملفات بدء اضافية •

### وحدتان من ملفات الحركة ، ووحدة من ملفات البدء

نحتاج فى هذا النوع من المحركات ذات السرعة المتغيرة الى ثلاث وحدات من الملفات : اثنتين للحركة ، وواحدة للبدء • وتلف هذه المحركات عادة بستة وثمانية أقطاب ، وتلور بسرعتين واحدة تقرب من ١١٥٠ والثانية من ٨٧٥ لفة فى الدقيقة على الترتيب • وهى تستعمل على نطاق واسع فى المراوح الكهربائية • يجب وضع الملفات فى المجارى الصحيحة عند إعادة لف المحرك ، ولذلك تجب العناية بملاحظة مكان الملفات الأصلية باتضبط عند حل ملفات المحرك • شكل ١ - ٥٠ يبين رسما تخطيطيا لتحديد مكان الملفات بنسبة بعضها الى بعض •

شكل ١ - ٥١ يبين طريقة توصيل الأسلاك فى محرك وجه مشطور ذى سرعتين ، ويبين شكل ١ - ٥٢ رسما تخطيطيا لدائرة التوصيل فى مثل هذا المحرك • ويلزم وجود مفتاح طرد مركزى مزدوج التلامس ، وهو يشبه فى عمله عمل مفتاح يدوى مفرد التوصيل بناحيتين ، وذلك لتوصيل ملفات الحركة ذات الثمانية الأقطاب مع خط القدرة ، عند الرغبة فى ادارة المحرك على السرعة المنخفضة • وتوضح دائرة التوصيل فى شكل ١ - ٥٢ أن مثل هذا المحرك يبدأ دورانه على السرعة المرتفعة ، بصرف النظر عما اذا كان المفتاح فى وضع السرعة المرتفعة أو فى وضع السرعة المنخفضة • وعلى كل حال ، اذا كان المفتاح فى وضع السرعة المنخفضة ، فان مفتاح الطرد المركزى يفصل ملفات الحركة للسرعة المرتفعة ، ويوصل ملفات الحركة للسرعة المنخفضة عند وصول المحرك الى سرعة معينة •

### وحدتان من ملفات الحركة ، ووحدتان من ملفات البدء

عند إعادة لف محرك به أربع وحدات من الملفات ، يجب وضع الملفات فى المجارى الصحيحة بالنسبة الى بعضها بعضا • شكل ١ - ٥٣ يبين عرضا مثاليا لمحرك يجمع بين ستة أقطاب وثمانية أقطاب ، كما يبين شكل ١ - ٥٤ رسم التوصيلات لكل من ملفات الحركة وملفات البدء ، وذلك للوحدات ذات الأقطاب الستة • وتحتوى ملفات البدء على ثلاثة أقطاب فقط ، وهى توصل بحيث تكون قطبيتها واحدة • وعند مرور التيار ينتج فى اطار العضو

الثابت بين كل زوج من هذه الأقطاب المتماثلة قطب مخالف ، وبذلك يصبح عدد الأقطاب المغناطيسية الموجودة ضعف عدد الأقطاب الملفوفة ، وينتج عن ذلك أن تصبح ملفات البدء ذات ستة أقطاب بالفعل . وتسمى الأقطاب التي توصل بهذه الطريقة بالأقطاب المتعاقبة .

وفى الجزء الخاص بانثمانية الأقطاب فى المحرك ، يكون توصيل الأقطاب الأربعة فى ملفات البدء بحيث تعطى نفس القطبية ، ويتضاعف عدد الأقطاب فى هذه الملفات بنفس الأسباب المذكورة سلفا .

شكل ١ - ٥٥ يبين رسما توضيحيا لتوصيلات مفتاح الطرد المركزى ، والتوصيلات مع خط القدرة ، لمثل هذا النوع من المحركات ذات سرعتين . ويكشف هذا الرسم عن أن مفتاح الطرد المركزى يقوم بفصل ملفات البدء فقط عندما يصل المحرك الى سرعة معينة ، كما أن المحرك يمكن أن يبدأ ويدور على السرعة المنخفضة ، دون الحاجة الى البدء على السرعة المرتفعة .

### وحدة من ملفات الحركة ووحدة من ملفات البدء توصيلة الأقطاب المتعاقبة

سبق أن شرحنا أنه عند توصيل الأقطاب المتجاورة بحيث تكون متماثلة فى النوع ، يكون التأثير المغناطيسى لها بحيث ينتج عدد من الأقطاب ضعف عدد الأقطاب الملفوفة . ويوضح شكل ١ - ٥٦ الطريقة التى يتم بها ذلك . بهذا يمكن انتاج محرك ذى سرعتين بعمل ترتيبات خاصة فى التوصيل بين الأقطاب ، بحيث يمكن لمفتاح خاص بالسرعة ، حين يكون فى وضع معين ، أن يوصل بعض الأقطاب ببعضها الآخر بطريقة ينتج عنها أن الأقطاب المتجاورة تختلف فى قطبيتها ، وبذلك يتم تشغيل المحرك بأربعة أقطاب . وعندما يكون مفتاح السرعة فى الوضع المضاد ، يصل على توصيل الأقطاب بعضها ببعض بحيث تصبح متماثلة النوع ، وبذلك يتم تشغيل المحرك بثمانية أقطاب بطريقة الأقطاب المتعاقبة ( انظر شكل ١ - ٥٧ و ١ - ٥٧ ب ) . للتشغيل على السرعة المرتفعة يوصل الطرفان ب ، د معا الى أحد سلكى الخط ، كما يوصل الطرفان أ ، ج معا الى السلك الثانى للخط . لاحظ أنه فى هذه الحالة تصبح ملفات الحركة مزدوجة التوصيل على التوازي . وللتشغيل على السرعة المنخفضة يوصل الطرف أ الى أحد سلكى الخط ، ويوصل الطرفان ج ، د معا الى السلك الثانى ، وبهذا التوصيل تكون ملفات الحركة متصلة على التوالى متعاقبة ؛ ومع كل من سرعتين تكون ملفات البدء متصلة على التوالى متعاقبة .

## تحديد الحلل وإصلاحه

## الاختبارات

لكشف انعيوب فى محرك الوجه المشطور يجب اختبار ملفات الحركة وملفات البدء لتحديد (١) التماس الأرضى (٢) الدوائر المفتوحة (٣) دوائر القصر (٤) التوصيلات المعكوسة .

**التماس الأرضى :** توصف الملفات بأنها متماسكة مع الأرض عندما يحدث تلامس كهربى بينها وبين حديد المحرك . ويمكن حدوث التماس الأرضى عن طريق عدة عوامل ، فيما يلى أكثرها شيوعا (١) يمكن أن تتلامس المسامير التى تربط الفطاء الجانبى فى الاطار مع الملفات ، ويحدث هذا نتيجة لأن الملفات تبرز مسافة أكثر مما يجب من المجارى (٢) تلامس الأسلاك مع الرقائق عند أركان المجارى ، ويحتمل حدوث ذلك اذا تحرك العازل فى المجرى ، أو تمزق ، أو حدثت به شذوخ فى أثناء عملية اللف ، (٣) يمكن حدوث التماس الأرضى بين مفتاح الطرد المركزى والفطاء الجانبى .

ولمعرفة ما اذا كانت الملفات متماسكة مع الأرض يمكن استعمال مصباح اختبار ، فيوصل أحد طرفى دائرة المصباح مع الملفات ، ويوصل الطرف الآخر الى القلب الحديدى للعضو الثابت ، كما هو مبين بشكل ١ - ٥٨ ، فاذا أضاء المصباح ، تكون الملفات متماسكة مع الأرض .

اذا تأكد لديك أن الملفات متماسكة مع الأرض ، حاول أولا أن تحدد مكان التماس بمجرد النظر ، أو بمعنى آخر ، اختبر الملفات عن قرب ، لترى ما اذا كان أحد الأسلاك يلامس القلب الحديدى . حاول تحريك الملفات فى مكانها الى الامام والخلف أثناء عمل الاختبار بمصباح الاختبار ، لترى ما اذا كان الضوء يتذبذب . ويعنى تذبذب الضوء فى هذه الحالة أن الاتصال الأرضى يزول وقتيا ، ويلاحظ عادة ظهور شرارة عند مكان التماس مع الأرض .

اذا لم يمكن التخلص من التماس الأرضى أثناء عمل هذا الاختبار ، فمن الضرورى حل الوصلات بين الأقطاب واختبار كل قطب . بعد فصل الأقطاب بعضها عن بعض ، اختبر كل قطب على حدة كما شرح آنفا ، حتى تنثر على

مكان الخطأ . اذا ما تم العثور على القطب المتماس مع الأرض حدد النقطة التي حدث عندها التماس ، ثم تخلص منه بأن تعيد العزل أو تعيد اللف عند هذا المكان ، وقد يكون من اللازم حل ملفات القطب بأكملها ، وإعادة لفة بعناية اكبر .

**الدوائر المفتوحة :** السبب المعتاد لحدوث دائرة مفتوحة في المحرك ذي الوجه المشطور هو وجود توصيلة محلولة أو متسخة ، أو وجود سلك مقطوع . وقد يحدث هذا في ملفات الحركة ، أو ملفات البدء ، أو في مفتاح الطرد المركزي .

لمعرفة ما اذا كانت ملفات الحركة مفتوحة ، يوصل طرفا دائرة مصباح الاختبار بطرفي الملفات كما هو موضح بشكل ١ - ٥٩ ، فاذا أضاء المصباح تكون الدائرة متصلة ، واذا لم يضيء المصباح ، كان هذا يعنى وجود فتح في الدائرة ، كما هو مبين بشكل ١ - ٦٠ .

ويمكن تحديد مكان الفتح في الدائرة بتوصيل طرف من طرفي دائرة الاختبار مع طرف من طرفي الملفات ثم وضع طرف الاختبار الآخر على كل طرف من أطراف الأقطاب على حدة ، عند النقط المبينة ب ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، في شكل ١ - ٦١ ، فاذا لم يضيء المصباح عند النقطة ١ يكون ملف القطب الأول مفتوحا . واذا أضاء المصباح عند النقطة ١ ولم يضيء عند النقطة ٢ يكون الفتح في الملف الثاني . واذا أضاء المصباح عند ١ ، ٢ ولم يضيء عند ٣ يكون الفتح في الملف الثالث ، وشكل ١ - ٦١ يبين مثل هذه الحالة . وتجب ملاحظة أن المصباح لا يضيء أيضا عند النقطة ٤ ، ولكن بعد اصلاح مكان الفتح في الملف ٣ يجب أن يضيء المصباح عند النقطة ٤ ، فاذا لم يضيء يكون الملف ٤ هو الآخر مفتوحا ويحتاج الى اصلاح ، ويمكن العثور على مكان الفتح حينئذ باتباع نفس الطريقة .

قد يكون من الصعب تحديد مكان الفتح في دائرة ملفات البدء وذلك لأن العملية لا تشمل الملفات وحدها ، ولكنها تمتد أيضا الى مفتاح الطرد المركزي ، الذي يكون أكثر احتمالا في احداث فتح في الدائرة ، وذلك لأن أجزائه تتآكل وتتسخ بمرور الوقت . كما أنه اذا لم يكن ضغط الأجزاء التي تدور في المفتاح على الأجزاء الثابتة كافيا ، فان هذا يمنع نقط التماس من عمل اتوصيل المطلوب ، وبذلك يحدث فتح في الدائرة .

إذا ظلت ملفات البدء متصلة بمفتاح الطرد المركزي بعد حل المحرك ، يمكن إجراء التجارب الآتية للعثور على مكان الفتح في الدائرة : يوصل طرفا دائرة مصباح الاختبار مع طرفي ملفات البدء ، ويجب ألا يضيء المصباح في هذه الحالة ، إلا عندما يحدث تلامس بين نقطتي تلامس المفتاح بالضغط عليهما ، فإذا لم يضيء المصباح على الرغم من ذلك ، يحتمل وجود الفتح في المفتاح أو في الملفات . بتوصيل طرفي دائرة الاختبار مع طرفي الملفات مباشرة ، يمكن التأكد مما إذا كان الفتح في الملفات . فإذا لم يكن ، فإن الفتح لابد وأن يكون في المفتاح ، الذي يجب أن يفحص بدقة ، فتتنظف كل نقط التلامس فيه ، ويضبط الضغط الذي يحدثه الجزء الذي يدور على الجزء الثابت .

إذا تم تجميع المحرك ، واحتاج الأمر إلى اختبار ملفات البدء بحثاً عن فتح في الدائرة ، يوصل طرفا دائرة المصباح مع طرفي دائرة ملفات البدء ، كما هو موضح بشكل ١ - ٦٢ . ويجب أن يضيء المصباح حينئذ ، والا فمن المحتمل أن نقطتي تلامس مفتاح الطرد المركزي مازالتا مفتوحتين ، وللتأكد من ذلك يدفع الجزء الذي يدور على طول العمود إلى ناحية الجانب الأمامي ، وقد يتسبب ذلك في أقفال نقطتي التلامس ، فيضيء المصباح . لاصلاح هذا الخلل تضاف عدة « ورد » من الفبر على العمود من ناحية الطارة ، وذلك للاحتفاظ بالعضو الدائر مدفوعاً إلى الأمام ، وقد يكون من الضروري رفع بعض « انورد » من الناحية الأمامية لهذا الغرض . وفي جميع الحالات يجب التأكد من استواء جانبي قلب العضو الدائر مع العضو الثابت .

إذا أظهرت التجارب أن العيب ليس في مفتاح الطرد المركزي ، يكون الفتح موجوداً في دائرة ملفات البدء ، فإذا كان هذا صحيحاً ، يجب اختبار ملفات البدء واصلاحها بنفس الطريقة التي اتبعت مع ملفات الحركة .

**دوائر القصر :** إذا اتصلت لفتان أو أكثر ببعضهما كهربياً ، نتج عن ذلك دائرة قصر ، ويمكن أن يحدث هذا في ملفات جديدة إذا كان الملف محبوكاً ، وكان من الضروري ضغط الأسلاك كثيراً لوضعها في مكانها . وفي أحوال أخرى تتسبب زيادة الحرارة الناشئة عن تعدى الحمل في تلف المادة العازلة ، فتحدث دائرة قصر . وعندما تدخن الملفات أثناء تشغيل المحرك ، أو عندما يسحب المحرك تياراً زائداً وهو دائر بدون حمل ، فإن هذا يسبب عبادة وجود دائرة قصر .

يمكن استخدام عدة طرق في الحياة العملية لتحديد الملف الذي به القصر في محرك الوجه المشطور . ومن بين هذه الطرق ما يأتي :

١ - أدر المحرك فترة قصيرة ، ثم ابحث عن أسخن ملف ، بأن تتحسس الأقطاب ، فيكون هو الملف الذى به القصر عادة .

٢ - استعمل الزوام الداخلى . ويتكون الزوام من ملف من السلك ملفوف على قلب حديدى من الرقائق ، ومتصل بينبوع تيار متردد جهده ١١٠ فولت . بعد فك أجزاء المحرك يوضع الزوام على القلب الحديدى للعضو الثابت ، وينقل من مجرى الى مجرى . وسوف يستدل على وجود قصر فى ملف ما عند حدوث اهتزازات سريعة فى قطعة معدنية ، كسلاح منشار يدوى ، موضوعة عند الجانب الآخر من الملف ، كما هو مبين بشكل ١ - ٦٣ .

٣ - استخدم تجربة سقوط الجهد . توصل الملفات الى ينبوع تيار ثابت ذى جهد منخفض ، وتأخذ قراءة انجهد بين طرفى كل قطب ، والقطب الذى يكون عنده أقل جهد هو الملف الذى به القصر .

٤ - استخدم تجربة قوة المجال . أمسك بقطعة من الحديد مقابل القلب الحديدى عند كل قطب ، وذلك أثناء مرور تيار فى الملفات من ينبوع تيار ثابت ضعيف ، والقطب الذى يبذل أضعف جذب على قطعة الحديد ، هو القطب الذى به القصر .

٥ - استعمل أمبير متر . وتستخدم هذه الطريقة اذا أمكن تشغيل المحرك بدون حمل .

يمكن قياس التيار بدون التعرض لأى من أطراف التوصيل ، وذلك باستعمال أمبير متر من النوع الماسك ، وهو جهاز قياس له مقبض يوضع حول طرف واحد من السلك ، فيبين مؤشره مقدار التيار الذى يمر فى الدائرة . فاذا كانت القراءة أعلى من قيمة التيار الموجود على لوحة تسمية المحرك ، أمكن اعتبار هذا دليلا على وجود قصر بالملفات .

لاصلاح قطب به قصر يتحتم رفع الملف واعادة لفه ، وذلك اذا لم يتيسر تحديد مكان القصر ، وعزله عزلا تاما ، بدون الحاجة الى اعادة الملف .

عكس التوصيلات : ينتج العكس من خطأ فى التوصيلات بين الأقطاب ، وخير وسيلة لاكتشافه تكون بالكشف على نوع الأقطاب ، وتستعمل لذلك طريقتان ، طريقة البوصلة وطريقة المسار .



عند استعمال طريقة البوصلة يوضع العضو الثابت فى وضع أفقى ، ويوصل جهد مستمر منخفض بين طرفى الملفات ، ثم يمسك بالبوصلة بداخل العضو الثابت ، وتنقل ببطء من قطب الى آخر ، فينعكس وضع ابرة البوصلة من تلقاء نفسها عند كل قطب ، كما هو مبين بشكل ١ - ٦٤ ، وذلك اذا كان توصيل الملفات صحيحا . أما اذا جذب نفس انطرف من الإبرة الى قطبين متجاورين ، فان هذا يعنى وجود قطب معكوس .

وعند استعمال طريقة المسمار ، يوضع العضو الثابت على جانبسه ، ويوصل طرفا الملفات على جهد منخفض ، متردد أو مستمر ، ثم يوضع مسمار فوق القلب الحديدى بحيث يمتد من محور أحد الاقطاب الى محور القطب الذى يليه ، فاذا كانت قطبية القطبين المتجاورين صحيحة ، فسوف يجذب المسمار الى كل منهما ، أما اذا كانت قطبيتها غير صحيحة فان أحد طرفى المسمار سوف ينفر من القطب المواجه له .

اذا ثبت أن قطبية أحد القطبين غير صحيحة ، يمكن اصلاح هذا الخطأ بعكس طرفى التوصيل الى هذا القطب . وفى حالة ما اذا كانت القطبية فى أكثر من قطب واحد غير صحيحة ، يجب الرجوع ثانية الى شكل ١ - ٣٧ ، وتوصيل الاقطاب كما هو مبين فيه .

### التصليحات :

أصبح من الممكن الآن أن نبحث أنواع الخلل المختلفة ، التى تظهر فى محركات الوجه المشطور ، وتذكر كيف يمكن اصلاحها . وسوف نقسم أنواع الخلل وعلاجها ، عند شرحها ، الى أربعة أقسام ، على الوجه التالى :

١ - المحرك عاجز عن الحركة ، ٢ - المحرك يدور بسرعة أقل من السرعة المادية ، ٣ - ارتفاع درجة حرارة المحرك جدا وهو دائر ، ٤ - المحرك يدور بضوضاء .

**المحرك يعجز عن الحركة :** اذا وصل المحرك الى شبكة تغذية ذات جهد مضبوط ، ثم عاجز عن أن يبدأ الدوران ، فقد يرجع ذلك الى (١) أن ملفات الحركة مفتوحة ، (٢) أن ملفات البدء مفتوحة ، (٣) أنه يوجد تماس أرضى بالملفات ، (٤) أن الملفات محترقة ، أو أن بها قصرا ، (٥) أن جهاز ضبط تغذية الحمل مفتوح ، (٦) زيادة كبيرة فوق الحمل ، (٧) أن هناك كرسيا متاكلا أو مشحوطا ، (٨) أن الفطاءين الجانبيين مثبتان بطريقة غير سليمة ، (٩) وجرد انحناء فى عمود العضو الدائر .

وسوف نبحث كل حالة من هذه الحالات بالترتيب الذى ذكرت به .

١ - ملفات الحركة مفتوحة . يمكن كشف الفتح فى ملفات الحركة ، وذلك باختبارها بمصباح اختبار . فاذا لم يضيء المصباح ، دل هذا على وجود فتح بالملفات . ويتم تحديد مكان الفتح بالضبط بالطريقة التى سبق شرحها فى اختبار المحرك ذى الوجه المشطور ، ثم يكون التصليح باعادة الملف اذا لزم الامر .

٢ - ملفات بدء الحركة مفتوحة . يمكن باجراء ثلاث تجارب عملية معرفة ما اذا كان هناك فتح فى دائرة ملفات البدء . وتنص احدى هذه الطرق على توصيل المحرك مع شبكة التغذية ، ووجود فتح فى دائرة ملفات البدء سوف يجعل المحرك حينئذ يطن .

وفى طريقة ثانية يدار المحرك بايد ، ويمكن عمل ذلك بلف حبل حول عمود العضو الدائر ، كما هو مبين بشكل ١ - ٦٥ ، ثم شد الحبل لكى يدور العضو الدائر ، وفى أثناء دورانه بهذه الطريقة ، يقفل مفتاح التوصيل مع خطى التغذية ، فاذا استمر المحرك فى الدوران ، يكون الخلل فى دائرة ملفات البدء .

والاختبار الثالث للعثور على دائرة الفتح فى ملفات البدء يتم باستعمال مصباح اختبار ، فاذا ثبت أن هناك فتحة فى الدائرة ، يكون الخلل اما فى مفتاح القوة المركزية انطاردة ، أو فى ملفات البدء نفسها .

ويجب فحص مفتاح القوة المركزية انطاردة تولا ، حيث أنه من المحتمل جدا أن يكون هو السبب فى الخلل . وبتحريك عمود العضو الدائر الى ناحية الغطاء الجانبى الأمامى ، فقد يمكن احداث التلامس عند نقطتى المفتاح ، وذلك اذا ما كان الخلل فى هذا المكان ، وسوف يتسبب حدوث التلامس فى اضاءة مصباح اختبار موضوع فى الدائرة . وقد يكون فى استطاعة العضو الدائر أن يتحرك حركة محورية زائدة ، ويمكن معرفة ذلك بتحريكه الى الخلف الى الامام ، ويجب ألا تزيد أكبر مسافة يتحركها محوريا حينئذ عن ٣/٤ من البوصة . واذا لوحظت حركة محورية تزيد عن ذلك ، يجب وضع « ورد » من انقبض على العمود ، وذلك حتى يأخذ العضو الدائر وضعا متماثلا مع وضع العضو الثابت . فاننا لو سمحنا بوجود حركة محورية زائدة فقد يتحرك العضو الدائر حتى يصل الى وضع تظل فيه نقطتا تلامس مفتاح الطرد المركزى مفتوحتين . واذا أجريت كل هذه التجارب ، وظلت الدائرة مع ذلك مفتوحة ، يفك المحرك ، ويستخدم مصباح اختبار لاختبارحانة تشغيل

مفتاح الطرد المركزي ، فإذا وجد به خلل ، ينظف بعناية ، وتضبط جميع أجزائه .

تختبر ملفات البدء بعد ذلك ، إذا ثبت أن مفتاح الطرد المركزي في حالة جيدة . وتفحص أولا الوصلات المطاوعة المتصلة بأطراف أسلاك الملفات ، والتي يتم بها التوصيل الى خط التغذية ، وتستبدل بغيرها إذا كانت تالفة . وإذا كان هناك خلل بملفات البدء ، فيمكن تحديد مكان انفتاح بالطريقة المذكورة مقدما في هذا الباب ، الخاصة بتحديد الفتح في الدائرة . وعلى الرغم من أنه يمكن اصلاح القطع في أى ملف ، إذا كان سهل التناول ، بعمل وصلة مفتولة ، فقد يكون من الضروري إعادة الملف ، إذا كان الملف محترقا أو به عطب شديد . فإذا تحتم إعادة لف ملفات البدء ، فمن الحكمة فحص ملفات الحركة بدقة ، لإحتمال وجود عيوب بها ، وذلك قبل وضع ملفات البدء الجديدة فوقها .

٣ - تماس الملفات مع الأرض . ان حدوث التماس مع الأرض عند نقطة واحدة في المحرك قد لا يمكن ملاحظته ، مادام لا يؤثر على حالة المحرك أثناء تشغيله ، وهو ما يعيننا ، ولكن حدوث التماس عند نقطتين أو أكثر في الملفات يعد متكافئا لقصر في الدائرة ، وهذا قد يتسبب في انفجار المصهر ، أو يمكن أن يتسبب في تصاعد الدخان من الملفات ، ويتوقف ذلك على مدى استفحال التماس مع الأرض . وتحدد نقط التماس بالطريقة التي سبق شرحها ، ويتم اصلاحها بإعادة العزل أو بإعادة الملف . ولمس الملفات المتماسمة مع الأرض قد يتسبب في احداث صدمة كهربية ، وهو لذلك خطر . وفي العادة ينفجر المصهر قبل حدوث أى ضرر .

٣ - احتراق الملفات أو حدوث قصر بها . تتسبب الملفات المحترقة أو التي بها قصر في انفجار المصهر عادة ، عند توصيل المحرك الى الخط . فإذا لم ينفجر المصهر ؛ تصاعد الدخان من الملفات ، وفي كل حالة يجب فك المحرك . وتسهل معرفة الملفات المحترقة من رائحتها ومن مظهرها المحروق . والعلاج انوحيد هو استبدال الملفات المحترقة بغيرها . وفي كثير من الحالات تحترق ملفات البدء وحدها ، فإذا كان هذا صحيحا ، فسوف نحتاج الى إعادة لف ملفات البدء فقط . ويجب على كل حال فحص

ملفات الحركة ، للتأكد من عدم وجود عيوب بها ، قبل وضع ملفات البدء الجديدة في مكانها . فاذا لم تكن الملفات محترقة ، وكان هناك قصر فقط موجود بالدائرة ، أمكن تحديد مكان القصر واصلاحه ، كما شرح مقدما في هذا الباب .

٥ - فتح في دائرة جهاز ضبط تعدى الحمل . تزود بعض المحركات بجهاز ضبط زيادة الحمل ، وهو يحتوى على خوصة من المعدن ، تتمدد عند تسخينها ، وتنسحب في فتح نقطتي تلامس مشترك ويوصل هذا الجهاز مع المحرك على التوالي ، كما هو مبين بشكل ١ - ٦٦ ، وتفتح نقطتا تلامسه عندما تحدث زيادة فوق حمل المحرك ، أو عندما تحدث زيادة كبيرة في شدة التيار المار بالملفات لأى سبب من الاسباب . وعلى العموم يجب أن تقفل نقطتا التلامس بعد أن يبرد المحرك أو عندما تختفى الزيادة في الحمل . تفحص نقطتا التلامس بقصد اكتشاف وساخه أو عطب أو احتراق بهما فاذا كانتا في حالة سيئة ، وجب استبدالهما بغيرهما جديدتين .

٦ - زيادة كبيرة فوق الحمل . اذا حمل محرك بزيادة كبيرة ، ولم يكن بدائره جهاز ضبط تعدى الحمل ، فان المحرك سوف يطن ويتوقف عن الدوران . ويمكن معرفة حالة تعدى الحمل بسهولة بتوصيل أمبير متر في الدائرة ، كما هو مبين بشكل ١ - ٦٧ ، وملاحظة ما اذا كان الأمبير متر يسجل قراءة لشدة التيار ، تزيد بكثير عن القيمة الموجودة على لوح تسمية المحرك . ويتسبب قصر الملفات أيضا في تسجيل قراءة كبيرة ، ولكننا نفترض ، على كل حال ، أن الاختبارات السابقة قد أثبتت أنه لا يوجد قصر أو تماس مع الأرض في دوائر الملفات .

٧ - تآكل أو شحط في كرسى . يظهر عادة الحلل في كراسى المحركات بعد أن يكون قد مضى على استعمالها مدة طويلة . ويمكن معرفة التآكل في كرسى جلبة بمحاولة تحريك العمود الى أعلى وإلى أسفل بالطريقة المبينة في شكل ١ - ٦٨ . فاذا تحرك العمود ، كان هذا يعنى أن الكرسى متآكل ، ويحتمل أن يكون عمود العضو الدائر هو المتآكل ، كما هو مبين بشكل ١ - ٦٩ . وفى أى الحالتين تحتاج الى كراسى جديدة . وحركة انتقائية صغيرة فى

الكراسى سوف تسمح للعضو الدائر أن يلمس العضو الثابت ، كما هو مبين بشكل ١ - ٧٠ ، وسوف تمنع المحرك بذلك من أن يدور . وفى كثير من الأحيان تتراكم الأوساخ فى الجزء المتأكل من الكرسي ، وقد تمنع حركة العمود الى أعلى وإلى أسفل ، وفى هذه الحالة يفك المحرك ، ويترك العضو الدائر مرتكزا فى غطاء جانبي واحد ، فاذا أمكن قلقله انغطاء الجانبي الى الأمام وإلى الخلف ، يكون العمود أو الكرسي متأكلا . ويمكن رفع كرسي جلبة من مكانه بوضع قطعة أسطوانية من المعدن على الكرسي فى مكان نزوله فى الغطاء الجانبي ، وضغطه الى الخارج بوساطة « شاق » أو بأى أداة ضغط أخرى . وتستعمل لهذا الغرض أداة مناسبة ، وهى عبارة عن قطعة اسطوانية من المعدن تم خراطها على المخرطة بحيث تلائم المقاسات المختلفة للكراسى ، كما هو مبين بشكل ١ - ٧١ . وتجب العناية بضغط الكرسي القديم وإخراجه من مكانه من ناحية الغطاء الجانبي ذى الفتحة الأوسع ، وإن ترفع أى مسامير محواة أو أشرطة مزيتة ، يمكن أن تمنع الكرسي من أن يخرج من مكانه بسهولة . ويوضع كرسي الجلبة الجديد فى مكانه بمساعدة قطعة المعدن الاسطوانية ، كما سبق ، ثم يضغط الكرسي فى الغطاء الجانبي ، ويكون الضغط على الكرسي ، بحيث يدخل المسافة المضغوطة ، من ناحية الغطاء الجانبي ذات الفتحة الأوسع . ويجب أن ينطبق وضع فتحات الزيت فى الكرسي مع وضع فتحات الزيت فى الغطاء الجانبي . ويجب عدم تجريح الكراسى والمحافظة عليها أثناء تركيبها .

وتصنع كراسى الجلبة الجديدة فى العادة أقل من المقاس بمقدار بضعة أجزاء من الألف من البوصة وتحتاج الى توسيع حتى تصل الى المقاس المضبوط ، ويتم ذلك بأن توضع الاغطية الجانبية على العضو الثابت بعد ضغط الكراسى فيها ، ولكن قبل وضع العضو الدائر ؛ ثم يستعمل « دشكل » لتوسيع الفتحات . ويمرر « الدشكل » أولا خلال الكرسي فى أحد الغطاءين الجانبيين ، ثم يدفع خلال العضو الثابت حتى الغطاء الجانبي الآخر . وبهذه الطريقة يتم توسيع الكرسيين على نفس المقاس ، كما تصبح محاورهما على استقامة واحدة . ويحتاج الأمر الى استعمال « دشكلين » منفصلين بمقاسين مختلفين ،

إذا كان عمود العضو الدائر في حاجسة الى كرسين بمقاسين مختلفين عند طرفيه • وفي مثل هذه الحالات تجب العناية بجعل محوري الكرسين على استقامة واحدة •

إذا كان العمود متأكلا ، فقد يمكن اعادته الى حالته الأصلية من حيث الاستدارة والنعومة بإدارته على مخرطة ، وفي هذه الحالة يجب تزويده بكرسى جديد ذى مقاس أصغر ، وقد يمكن إعادة العمود الى مقاسه الأصلي بتثبيت كمية من المعدن المنصهر عليه بطريقة تسمى التعدين • وإذا استعملت هذه الطريقة ، فإن انعمود المكسو بالمعدن يخرط على مخرطة الى المقاس الصحيح ، ثم يستعمل كرسى بالمقاس المضبوط بدلا من الكرسى القديم •

إذا نقص الزيت فى الكرسى وترك حتى يجف ، فقد يسخن عمود المحرك ويتمدد حتى يلتحم من نفسه بالكرسى ، وتعرف هذه الحالة بالكرسى المتجمد • ولإصلاح كرسى متجمد ، يجب الطرق على الغطاء الجانبى والكرسى حتى ينفصلا عن العمود ، أو يجب فصلهما باستعمال البورى • بعد ذلك يجب تنعيم العمود ، وتركيب كرسى جديد •

٨ - الغطاءان الجانبيان مثبتان بطريقة غير صحيحة : عندما يكون الغطاء الجانبى غير محكم التثبيت حول محيطه كله ، كما هو مبين بشكل ١ - ٧٢ ، فإن محورى الكرسين لا يكونان على استقامة واحدة • ويمكن حينئذ إدارة العضو الدائر باليد بصعوبة ، أو لا يمكن ادارته على الاطلاق • وعند طرق الغطاء الجانبى بمطرقة خشبية ، أو بمطرقة من الرصاص ، يجب أن يصدر عنه صوت أصم ، كما يجب أن يلائم العضو الثابت عند كل انقطة ملائمة تامة ، فإذا لم يكن متلائما معه ، يجب حل كل المسامير المحواة ، ثم ربطها كلها معا ربطا تدريجيا ، بحيث ينطبق الغطاء الجانبى بانتظام وبإحكام على العضو الثابت • عند تجميع المحرك اذن لا تحكم ربط المسامير المحوى الأول على الغطاء الجانبى ، ثم تحكم ربط الذى يليه ، وهكذا ، فإن احكام ربط المسامير بهذه الطريقة يجعل الناحية المقابلة من الغطاء الجانبى لا تنطبق على العضو الثابت بإحكام •

٩ - انحناء عمود العضو الدائر : يحتمل انشك في وجود انحناء بالعمود كالمبين بشكل ١ - ٧٣ ، اذا لم يلف العضو الدائر بسهولة باليد ، وذلك بعد التأكد من أن انقضاء الجانبيين مثبتان تثبيتاً صحيحاً . ولمعرفة ما اذا كان العمود منحنيًا ، يرفع العضو الدائر من المحرك ويربط على مخرطة ، وعند دوران المخرطة ببطء ، يمكن في العادة رؤية العضو الدائر يتأرجح الى أعلى وإلى أسفل اذا كان هناك انحناء بالعمود . ولتحديد مكان الانحناء ، يمسك بمعايير مصنوع خصيصاً لهذا الغرض ، قريباً من العمود أثناء دورانه على المخرطة . فاذا لم يتيسر الحصول على مثل هذا المعايير ، يمكن امساك قطعة من الطباشير قريباً من العمود ، فتحتك قطعة الطباشير بالجزء المنحني من العمود أثناء الدوران ، وتترك عليه علامة .

ويمكن اصلاح عمود منحني بأن يربط العضو الدائر بأحكام بين المركزين على مخرطة ، ثم يدخل قضيب أو قطعة طويلة من ماسورة تحت الجزء المنحني ، للحصول على قوة الرفع اللازمة . وتحب العناية بضبط مقدار الضغط المبذول في ثني العمود ، لاعادته الى الوضع الأصلي . وفي العادة يتم اجراء عملية الثني على دفعات ، حتى يصبح العمود مستقيماً . ويجب استعمال هذه الطريقة مع المحركات الصغيرة فقط ، والا فقد يصاب مركزاً المخرطة بتلف .

**المحرك يدور ابطأ من السرعة المعتادة :** اذا لم يصل المحرك الى سرعة الدوران العادية ، فمن المحتمل أن يكون به عيب أو أكثر من العيوب الآتية :  
(١) قصر في دائرة ملفات الحركة . (٢) بقاء ملفات البدء في الدائرة .  
(٣) أقطاب ملفات الحركة معكوسة . (٤) توصيلات أخرى خاطئة في دائرة العضو الثابت . (٥) كراسي متأكلة . تفكك في قضبان العضو الدائر .

١ - قصر في دائرة الحركة : يتسبب وجود قصر في دائرة ملفات الحركة في أن يدور المحرك بسرعة اقل من تلك التي صنع لها ، وأن تصدر عنه ضجة ذات أزيز أو تشبه الزوم . والقطب الذي يحدث به القصر ، كالمبين بشكل ١ - ٧٤ ، يصبح عادة ساخنًا جدًا ، وقد يتصاعد منه الدخان ، لو ترك المحرك دائراً عدة دقائق . ويستخدم « زوام » داخلي لتحديد القطب الموجود



به القصر ، أو يمكن تحديده بمجرد جس الملف الساخن ، وعلاج الملف الذى به أقصر يكون بالعثور على مكان القصر ، ثم عزله أو أمكن . فإذا لم يمكن عزله ، يعاد لف الملف ، أوالملفات كلها .

٢ - بقاء ملفات البدء فى الدائرة . دلائل هذا العيب هى نفسها دلائل ملفات الحركة المقصورة ، ولاستنتاج أن ملفات البدء تبقى فى الدائرة ، فك أحد طرفى الملفات ، وابدأ تشغيل المحرك باليد كما هو مبين بشكل ١ - ٦٥ ثم صله مع خط التغذية ، بعد أن يلف العضو الدائر . فإذا دار المحرك حينئذ على الوجه المضبوط ، يكون مفتاح الطرد المركزى لا يفصل ملفات البدء فى الوقت المناسب .

قد تلتحم نقطتا تلامس مفتاح الطردالمركزى - أو تلتصقان ، وقد تسبب عيوب بأجزاء أخرى فى آن تظل نقطتا التلامس مقفلتين ، أو يمكن ألا تفتح الأجزاء الدائرة فى المفتاح نقطتى التلامس الموجودتين فى الجزء الثابت ، وذلك لأن « ورد » الفبر موضوعة بطريقة خطأ على عمود العضو الدائر . وفى أى حالة من هذه الحالات ، يصلح المفتاح كما سبق شرحه ، أو يركب مفتاح جديد ، أو توضع « ورد » الفبر على عمود العضو الدائر ، بالطريقة التى تجعل المفتاح يقفل ويفتح على الوجه المضبوط .

٣ - أقطاب معكوسة بملفات الحركة ، اذا وصلت الأقطاب بطريقة ينتج منها قطبية غير صحيحة ، فان المحرك سوف يدور ببطء ، هذا اذا دار على الاطلاق ، كما أن دورانه سوف يكون مصحوبا بضجة . ولكى يكون التحليل أكثر تحديدا ، يحتاج الامر الى فك المحرك ، واختيار كل قطب ، لمعرفة ما اذا كانت قطبيته صحيحة ، وذلك بتجارب البوصلة أو المسمار التى سبق شرحها . وعند تحديد القطب ذى القطبية الخطأ ، تحل أطراف الأسلاك الموصلة اليه ، وتعكس ، ثم يعاد توصيلها .

٤ - توصيلات أخرى خاطئة فى دائرة العضو الثابت . تتسبب التوصيلات الخاطئة بين الأقطاب فى أى من ملفات الحركة أو البدء فى مرور تيارات تأثيرية فى ملفات الأقطاب ، مما يؤدى الى تسخين الملفات تسخيها زائدا ، فيتصاعد منها الدخان ،

ويحتمل أن تحترق • وعند حدوث هذه الحالة يجب فك المحرك ، وإعادة عمل التوصيلات بعناية ، بالطريقة التي تم شرحها مقدما في هذا الباب ، في بند توصيلات المحرك ذى الوجه المشطور • ويرتكب هوة التصليح أحيانا بعض الأخطاء في توصيل الملفات في هذا النوع من المحركات ، منها ، وهي أكثر شيوعا ، أنهم يوصلون قطبين على التوالى ، والباقي في دائرة مقفلة ، بنفس الطريقة الموضحة بشكل ١ - ٧٥ • ويجب بذل عناية بالغة بتوصيل الاقطاب بالضبط كما هو مطلوب •

٥ - الكراسى المتأكلة • يصدر عن المحرك أثناء تشغيله ضجة اذا كان به كرسى متآكل أو كان العمود متأكلا ، كما أنه يكون متثاقلا في دورانه ، والسبب في ذلك أن العضو الدائر يحتك بالعضو الثابت أثناء الدوران ، كما هو مبين بشكل ١ - ٧٠ • ويمكن التثبت من وجود حالة تآكل في الكرسى أو في العمود بملاحظة ما اذا كان في الاستطاعة تحريك العمود الى أعلى وإلى أسفل في أثناء تجميع المحرك • وفي أى من الحالتين يجب أن يجسرى التصليح بالطريقة التي سبق شرحها في هذا الباب •

٦ - بعض القضبان في العضو الدائر محلولة • يستدل على أن بعض القضبان في العضو الدائر تكون دائرة مفتوحة ، عندما يدور المحرك بقدرة منخفضة ، ويصدر عنه ضجيج • ويجب حينئذ رفع العضو الدائر من المحرك لمتابعة اختباريه • وقد يمكن العثور على القضبان المحلولة بمجرد الفحص بالنظر ، وخصوصا اذا أمكن تحريكها من ناحية الحلقات الجانبية ، فاذا لم يتيسر ذلك يجب اختبار العضو الدائر على زوام عضو الاستنتاج • ويتكون هذا الزوام من قنب حديدى مصنوع من الرقائق ملفوف حوله ملف من السلك • ثم يوصل الملف الى خط متردد الجهد ، ١١٠ فولت ، في حين يوضع الدائر في الجزء المنفرج من القلب الحديدى ، كما هو مبين بشكل ١ - ٧٦ ، ويدار • فاذا حدث تغيير في شدة استضاءة مصباح متصل على التوالى مع الزوام ، كان هذا دليلا على وجود قضبان مفتوحة • وعند العثور على القضبان المفتوحة فانها تلحم بالحلقات الجانبية •

## ازدياد سخونة المحرك وهو دائر

يمكن أن يصبح المحرك ساخنا جدا بعد تشغيله وقتا قصيرا لسبب من الأسباب التالية : (١) وجود قصر في الملفات ، (٢) تماس الملفات مع الأرض ، (٣) حدوث دائرة قصر بين ملفات الحركة وملفات البدء ، (٤) وجود تآكل الكراسي ، (٥) تعدى الحمل .

١ - ملفات مقصورة . اذا كان هناك قصر في دائرة ملفات الحركة أو ملفات البدء ، فان القطب المقصور تزداد حرارته كثيرا عندما يكون المحرك دائرا ، وبالإضافة الى ذلك يكون دوران المحرك مصحوبا بضجيج . وتسخن الملفات تبعا لذلك الى درجة تؤدي الى تلف المحرك لو ترك دائرا وهو على هذه الحال . والطريقة التي تتبع لمعرفة ما اذا كانت توجد دائرة قصر ، وتحديد مكان وجودها ، قد تم شرحها في بند اختبار المحرك المشطور الوجه . واذا تم يتيسر اصلاح القصر وعزله ، بعد تحديد مكان وجوده يجب اعادة نف القطب أو الملفات كلها .

٢ - تماس الملفات مع الأرض . ان حدوث تماس بين الملفات والأرض عند نقطتين أو أكثر يعد مكافئا لقصر في الملفات ، ويتسبب في أن يسخن المحرك جدا وهو دائر ، وسوف يؤدي تبعا لذلك الى حدوث تلف شديد بالمحرك . وتحدد نقط التماس مع الأرض بالطرق التي سبق شرحها ، ويتم اصلاحها باعادة العزل لو أمكن ذلك . فاذا كانت عملية اعادة العزل مستحيلة ، أو ظهر أنها غير حكيمة ، يجب اعادة نف القطب الذي به التماس .

واذا كان التماس مع الأرض قد حدث عند نقطة واحدة فقط في المحرك ، فمن المحتمل الاحساس بصدمة كهربية عند لمس المحرك وهو دائر . ولما كان هذا خطرا على العمال ، فممن الضروري اصلاح المحرك في الحال .

٣ - حدوث دائرة قصر بين ملفات الحركة وملفات البدء . يتسبب حدوث دائرة قصر بين نوعي الملفات في مرور تيار في جزء من ملفات البدء باستمرار أثناء دوران المحرك ، وبمرور الوقت يحرق هذا التيار ملفات البدء . ولتحديد المكان الذي حدث عنده انقصر تحل أطراف الملفات عند النهايات ، ثم يوصل أحد

طرفى مصباح اختبار ( متصل مع الخط ) بملفات الحركة ، ويوصل طرف مصباح الاختبار الآخر بملفات البدء ، وسوف يضىء المصباح حينئذ ، لأن التيار ينتقل من ملفات الحركة الى ملفات البدء عند نقطة القصر . تبعد بعد ذلك ملفات الحركة عن ملفات البدء عند نقط مختلفة بالعضو الثابت ، فإذا تحركت تبعا لذلك نقطة القصر ، فقد تتغير شدة استضاءة المصباح أو ينطفئ . وإذا لم يتيسر تحديد مكان القصر بهذه الطريقة ، فمن الضروري أن ترفع ملفات البدء واحدة فواحدة حتى يمكن العثور عليه .

ويمكن فى إعادة اصلاح القصر بإدخال شريط من مماس كأمبرك مدهون بالوريش ، أو من ورق « ارمو » بين نوعي الملفات فى المحرك .

٤ - الكراسى متحركة . عندما تتأكل الكراسى لدرجة تجعل العضو الدائر يحثك بالعضو الثابت ، فإن المحرك يصبح شرسخونة من الصناد بعد تشغيله فترة قصيرة من الوقت . ويمكن مصرفه وجود كراسى متحركة بمحاولة تحريك عمود العضو الدائر الى أعلى وإلى أسفل بناء لجميع أجزاء المحرك . فإذا أمكن تحريك العمود بهذه الطريقة ، كان هذا يعنى أن الكراسى متحركة . وإذا وقع العضو الدائر من مكانه فوجد أن بسطحه بعض أجزاء لامة ، كان هذا دليلا على احتمال أن العضو الدائر يحثك بالعضو الثابت ، ويمكن علاج هذه الحالة باستبدال الكراسى بغيرها .

٥ - تعدى الحمل . تتسبب تعدى الحمل على المحرك فى جعله يسحب تيارا يزيد عن الصناد ، مما يؤدي الى زيادة كبيرة فى سخونته . ويوصل أمير متر فى الدائرة لاستكشاف وجود تعدى فى الحمل فإذا سجل الأمير متر قراءة أكبر من الرقم الموجود على لوحة تسمية المحرك ، يجب تخفيض الحمل أو استبدال المحرك بأخر أكبر منه . ويفترض فى هذا الاختبار أن هناك تعديا فى الحمل للموضوع على المحرك .

### المحرك يلور مصحوبا بضجة

هناك عدة أسباب تؤدي الى صدور ضجة غير عادية عن المحرك ، مشطور الوجه أثناء تشغيله ، وأهم هذه الأسباب هي : (١) الملفات المتصدرة

(٢) التوصيل الخاطئ بين الأقطاب (٣) انقضاء المحلولة في العضو الدائر  
(٤) انكسار المتأكل (٥) مفتاح اتقوة المركزية المتأكل (٦) زيادة كبيرة في  
الحركة المحورية (٧) وجود مواد غريبة في المحرك .

وينتج عن الحالات الثلاث الأولى المذكورة أنفا طنين مغناطيسي أثناء  
دوران المحرك . فعند ملاحظة وجود مثل هذا الطنين ، يمكن للكهربائي أن  
يتأكد من وجود أحد هذه العيوب . وقد سبق شرح الاختبارات الأخرى  
التي يصلح إجراؤها لمعرفة هذه العيوب وطرق إصلاحها .

وتتسبب انكسار الشديدة التآكل في أن يحتك العضو الدائر بالعضو  
الثابت أثناء دوران المحرك ، مما ينتج عنه ضجة عالية . وتعمل الاختبارات  
اللازمة لكشف هذا العيب ، ثم تجرى الإصلاحات الواجبة بالطريقة التي  
سبق شرحها .

وقد يتسبب مفتاح الطرد المركزي المتأكل في صدور ضجة ملحوظة عن  
المحرك أثناء تشغيله . وحيث أن جزءا من المفتاح موجود على العضو الدائر ،  
فانه يدور بسرعة عالية ، وقد يحتك عضو محلول من الجزء الدائر بجزء  
آخر من المحرك أو يرتطم به ، مسببا بذلك الضجة . وعند الشك في وجود  
مثل هذا العيب يجب رفع العضو الدائر من داخل العضو الثابت وفحص  
المفتاح بعناية . وقد نجد أنه من الممكن اصلاح العيوب الموجودة ببعض  
الأجزاء ، والا فانه يجب تركيب مفتاح جديد .

وقد تنتج انضجة أثناء التشغيل عن وجود حركة محورية يعملها العضو  
الدائر وتزيد عن  $\frac{1}{4}$  من البوصة . وتوضع « ورد » من الفبر على عمود  
العضو الدائر في الامكنة المناسبة لعلاج هذا العيب .

ويحتمل في بعض الأحيان أن تكون مادة غريبة ، كقطعة من عازل  
الأسلاك ، مدفونة بين الملفات أو في أحد المجاري وتبرز منها لدرجة تجعل  
العضو الدائر يحتك بها ، فيتسبب هذا في صدور ضجة غير مرغوب فيها .  
ويمكن العثور على هذه المادة بعد حل المحرك وفحص كل الملفات والمجاري  
بعناية . ثم تزال المادة الغريبة بعد العثور عليها عادة بزرادية أو بمفك ،  
ويجب العناية في أثناء ذلك بعدم اتلاف العازل على الأسلاك وبين الملفات .

## الباب الثاني

### المحرك ذو المكثف

يشتغل المحرك ذو المكثف بالتيار المتردد ، وهو يصنع بأحجام تتراوح بين ١٠ حصان و ١٠٠ حصان ، ويستعمل على نطاق واسع لإدارة أجهزة تكييف الهواء ، والمكابس ، ومواقد الزيت ، وآلات الغسل .

والمحرك ذو المكثف يشبه محرك الوجه المشطور في تركيبه ، إلا أن به وحدة إضافية ، يطلق عليها المكثف ، توصل على التوالى مع ملفات البدء ، أو الملفات المساعدة .

ويكون المكثف عادة مثبتاً بأعلى المحرك ، كما هو مبين بشكل ٢ - ١ ، وقد يركب فى أمكنة أخرى خارجة أو بداخل غلاف المحرك . ويعطى المحرك ذو المكثف عزم دوران عند بدء الحركة أكبر من ذلك الذى يعطيه محرك الوجه المشطور ، مع أنه يستهلك تياراً أصغر مما يستهلكه هذا الأخير . ويتغذى المحرك ذو المكثف عادة من دائرة إضاءة أو دائرة قهء ، ذات وجه واحد .

### المكثف

يستعمل لفظ المكثف على نطاق واسع ، وهو يصف طريقة تشغيل الجهاز ، فهو يعمل على تكثيف الكهرباء وخزنها ، أى أنه يعمل كوحدة للتخزين ، وكل المكثفات تمتلك هذه الخاصية ، وكلها ذات خواص كهربية واحدة ، وتختلف فقط فى تركيبها الميكانيكى .

### المكثف الورقى

يتكون المكثف من موصلين ، عادة من المعدن ، يفصلهما عازل ، كالورق المشبع . والمكثف الورقى يتكون بهذه الكيفية ويحتوى على شرائط عديدة من صفائح معدنية يفصل بينها واحد أو أكثر من أشرطة الورق المشبع .

وتلف الأشرطة أو تشنى معا لكى تكون وحدة متماسكة ، ثم توضع فى اناء معدنى لاستعمالها فى المحركات . ويكون هذا الاناء اسطوانيا ، أو على

شكل متوازي المستطيلات . ويربط بمسامير عادة بأعلى المحرك ، ويزود بدرايتين ، أو طرفي سنك ، لعمل التوصيلات . شكل ٢ - ٢ يبين مكثفا ورقيا .

### المكثف المصلي بالزيت

تصنع بعض المكثفات من الورق المشبع بالزيت ، ثم توضع في اناء مغمر بالزيت ، وهذا يؤدي الى زيادة خاصية العزل في الورق . كما انه يساعد على حفظ المكثف من السحونة الزائدة ، و يبين شكل ٢ - ٣ مكثفا ممتلئا بالزيت .

### المكثف ذو السائل الكهربى

يستخدم المكثف ذو السائل الكهربى فى كثير من المحركات ذات المكثفات . ويتكون هذا النوع من المكثفات من فرخين من صفائح الالومنيوم . تفصل بينهما طبقة أو أكثر من الشاش المشبع بمحلول كيموى . يطلق عليه السائل الكهربى ، وهو يكون طبقة رقيقة تقوم مقام العازل فى المكثف ذو السائل الكهربى . و يلف هذه الطبقات بقطعة من الشاش معا وتعد اناء من الالومنيوم . وشكل ٢ - ٤ يبين مكثفا ذا سائل كهربى . ويجب عدم التناطح بهذا النوع من المكثفات فى الدائرة أكثر من نوات معدودة فى كل مرة عند ادارة المحرك ، وذلك لأنها مصنوعة على أساس التسجيل النقطى .

### السعة

تقاس المكثفات بالميكروفاراد ( وتختصر الى م . ف . ) ، ونوقف سعة المكثف على حجمه ونوعه ، وقد تبلغ ١٠ م . ف . أو ١٥٠ م . ف . وقد يفقد المكثف خواصه المميزة نتيجة لكثرة الاستعمال ، أو للسحونة الزائدة ، أو لآى سبب آخر . ويجب عندئذ استبداله بأخر له نفس السعة تقريبا ، والا فان المحرك قد لا يستطيع أن يولد عزم الدوران المطلوب عند البدء .

ويستخدم المكثف فى بعض المحركات كجهاز لبدء الحركة ، ويطلق عليها ، فى هذه الحالة ، المحركات ذات مكثفات البدء ، وفى أنواع أخرى من المحركات يستعمل المكثف أثناء البدء . ثم يظل فى الدائرة طوال فترة التشغيل . ويطلق على هذا النوع المحرك ذو مكثف البدء والحركة .

## تركيبه

يشبه هذا المحرك في تركيبه المحرك المشطور الوجه ، إلا فيما يختص بالمكثف . ويتركب المحرك ذو مكثف البدء من الأجزاء الرئيسية الآتية :  
 (١) العضو الثابت به المجارى ، وفيها ملفات البدء وملفات الحركة (٢) العضو الدائر من نوع الففص السنجانى (٣) غطاءان جانبيان (٤) المفتاح ، وهو عادة من نوع القوة المركزية ، ويتكون من جزء ساكن مثبت فى الغطاء الجانبى الأمامى وجزء دائر مثبت فى العضو الدائر و (٥) المكثف ، وهو ذو سدان كهربى عمزما .

## طريقة التشغيل

يبين شكل ٢ - ٥ دائرة توصيل محرك ذى مكثف بدء . أثناء فترة البدء توصل ملفات الحركة وملفات البدء مع الحط ، حين يكون مفتاح الطرد المركزى مقفلا .

وعندما يصل المحرك الى ٧٥٪ تقريبا من السرعة الكاملة ينفتح مفتاح الطرد المركزى ، وبذلك تنفصل ملفات البدء والمكثف عن دائرة الحط ، وتبقى ملفات الحركة وحدها موصلة على الحط .

لكى يتولد عزم دوران ابتدائى فى محرك المكثف ، ينبغى تكوين مجال مغناطيسى دائر بداخل المحرك . ولعمل ذلك توضع ملفات البدء مرحلة عن ملفات الحركة بزاوية مقدارها ٩٠ درجة كهربية . ويستعمل المكثف لى يساعد التيار فى ملفات البدء على الوصول الى أقصى قيمته قبل أن يصل التيار فى ملفات الحركة أقصى قيمته . وبمعنى آخر يستعمل المكثف لى يساعد التيار فى ملفات البدء على أن يسبق التيار فى ملفات الحركة ، وينتج عن هذه الحالة تولد مجال مغناطيسى دائر فى العضو الثابت ، ويعمل هذا المجال على انتاج تيار كهربى بالتأثير فى ملفات العضو الدائر ، وتبعاً لذلك فإن المجال المغناطيسى يؤثر بطريقة تؤدى الى توليد حركة الدوران فى العضو الدائر

## اعادة اللف

تحتوى معظم الأنواع الشائعة الاستعمال من محرك مكثف البدء على نوعين من الملفات فى العضو الثابت ، تماما كما يوجد فى محرك الوجه



المشطور ، وهو ملفات الحركة وملفات البدء . وتوضع ملفات الحركة باستمرار في قاع المجارى ، ثم توضع فوقها ملفات البدء مرحلة عنها بزاوية قدرها ٩٠ درجة كهربية . وبمعنى آخر تأخذ أقطاب ملفات البدء الأوضاع المتوسطة بين أقطاب ملفات الحركة . وعند فحص ملفات البدء فى محرك مكثف انبدء نجد أنها تلف عادة من سلك أصغر مقاسا من سلك ملفات الحركة .

وتوضع ملفات محرك مكثف البدء فى المجارى بنفس الطريقة التى توضع بها الملفات فى محرك الوجه المشطور ، كما يمكن استعمال طريقة الملف باليد ، أو الملف على قالب ( ضبعة ) ، أو الملف بالحزمة ، ويتوقف الأمر فى ذلك على نوع المحرك .

### توصيلات محرك مكثف البدء

نذكر فيما يلى بعضا من الأنواع المتعددة للمحرك ذى المكثف ، ونكل منها طريقة مميزة فى توصيل الملفات . وقد صمم بعض منها ليشغل على جهد واحد ، والبعض الآخر يمكن تشغيله على جهدين مختلفين . وكثير منها يمكن عكس اتجاه دورانه من الخارج ، وبعضها لا يمكن ذلك الا من الداخل . وسوف نقوم بوصف المحركات الآتية ، مع اعطاء رسم لتوصيلاتها ، لايضاح طريقة تشغيلها :

- ١ - بجهد واحد ، ويمكن عكس اتجاه الدوران من الخارج .
- ٢ - بجهد واحد ، وغير ممكن عكس اتجاه الدوران .
- ٣ - بجهد واحد ، يمكن عكس اتجاه دورانه ، وبه منظم حرارى .
- ٤ - بجهد واحد ، غير ممكن عكس اتجاه دورانه ، وبه مفتاح مغناطيسى .
- ٥ - بجهدين ، لا يمكن عكس اتجاه دورانه .
- ٦ - بجهدين ، ويمكن عكس اتجاه دورانه .
- ٧ - بجهدين ، وبه منظم حرارى .
- ٨ - بجهد واحد ، نه ثلاثة أطراف أسلاك ، ويمكن عكس اتجاه دورانه .
- ٩ - بجهد واحد ، ويمكن عكس اتجاه دورانه فى الحال .
- ١٠ - بسرعتين .
- ١١ - بسرعتين ، وبه مكثفان .

عند رسم التوصيلات لهذه المحركات ، تبين أطراف الأسلاك خارجة من المحرك ، وهذا لا يحدث فى الواقع فى جميع الحالات ، إذ أن هذه الأطراف كثيرا ما توصل الى نهايات موضوعة من داخل الدعامة الجانبية الأمامية .

وتثبت النهايات فى كثير من المحركات على الجزء الساكن من مفتاح الطرد المركزى . ويستعمل المكثف ذو السائل الكهربى فى كل محركات مكثف البدء الآتى ذكرها .

١ - محرك مكثف البدء المفرد الجهد . والممكن عكس اتجاه دورانه من الخارج . ونهذا المحرك أربعة أطراف أسلاك تمتد الى خارج : اثنان منها تأتى من دائرة ملفات الحركة ، واثنان من دائرة ملفات البدء ، ونحتاج الى هذه الأسلاك الأربعة اذا أردنا عكس اتجاه الدوران من الخارج . ويتصل مفتاح الطرد المركزى داخليا على التوالى مع ملفات البدء والمكثف . ويبين شكل ٢ - ٦ طريقة توصيل الملفات فى حالة الدوران فى اتجاه عقربى الساعة ، فى حين يبين شكل ٢ - ٧ نفس الملفات موصلة لاعطاء دوران فى عكس اتجاه عقربى الساعة ، أو الاتجاه المضاد . ويتضح من الرسم أنه لعكس اتجاه الدوران فى هذا المحرك أو فى أى نوع آخر من المحركات ذات المكثف ، يتحتم علينا فقط أن نعكس توصيل أطراف ملفات البدء بالنسبة لأطراف ملفات الحركة ، أو بالعكس .

وتتوقف سرعة هذا المحرك ، كما هى الحال فى الأنواع الأخرى من المحركات ، على عدد الأقطاب فيه : فكلما زاد عدد الأقطاب قلت السرعة ، وكلما قل عدد الأقطاب ازدادت السرعة . وتوصل ملفات الأقطاب على التوالى أو على التوازي ، كما هى الحال مع المحرك مشطور الوجه ، وإنما تجب العناية عند توصيل ملفات الأقطاب مع بعضها بأنه ينتج قطبية مختلفة فى الأقطاب المتجاورة . ولما كان المحرك ذو أربعة الأقطاب هو أكثر هذه المحركات شيوعا ، فسوف نبدأ ببيان الرسم الخاص بمحرك ذى أربعة أقطاب متصلة على التوالى ، ثم بيان الرسم الخاص بمحرك ذى أربعة أقطاب متصلة على التوازي . والشكلان ٢ - ٨ و ٢ - ٩ يمثلان محركا ذا مكثف بأربعة أقطاب متصلة على التوالى ، كما يبين الشكلان ٢ - ١٠ و ٢ - ١١ محركا ذا مكثف بدء بدائرتى توصيل وأربعة أقطاب . وفى كل من الشكلين ٢ - ٩ و ٢ - ١١ نجد النهايتين ت<sub>١</sub> ، ت<sub>٢</sub> متصلتين معا بطرف الخط ل ، وتتصل النهايتان ت<sub>٣</sub> ، ت<sub>٤</sub> معا بطرف الخط ل .

٢ - المحرك ذو مكثف البدء المفرد الجهد . وغير ممكن عكس اتجاه دورانه . اذا كانت أطراف ملفات الحركة متصلة داخليا مع أطراف ملفات البدء ، أصبح عكس اتجاه الدوران غير ممكن الا بعد أن يفك المحرك ، وتعكس توصيلات الأطراف . وتصنع بعض المحركات بهذه الطريقة ، لأن استعمالها لا يحتاج الا الى دوران فى اتجاه واحد . وشكل ٢ - ١٢ يبين دائرة التوصيل لمحرك من هذا النوع بطرفى توصيل خارجيين .

٣ - المحرك ذو مكثف البدء المفرد الجهد الممكن عكس اتجاه الدوران فيه ، وبه منظم حرارى . تزود المحركات ذات مكثف البدء فى الغالب بجهاز يطلق عليه اسم المنظم الحرارى ، وهو يستخدم بفرض حماية المحركات من تعدى الحمل ، وزيادة السخونة ، ومن دوائر القصر ، وهكذا . ويتكون هذا الجهاز أصلا من وحدة مكونة من معدنين مختلفين ، توصل على التوالى من الخط ، وتركب عموما على المحرك . وتصنع هذه الوحدة المزدوجة المعدن من معدنين يمتد كل منهما بمعدل يختلف عن الآخر عند تسخينهما . ويلحم هذان المعدنان معا بطريقة الصهر عند الطرفين ، وبذلك يحدث انحناء فى الوحدة عند تسخينها . وفى العادة يكون أحد طرفى الوحدة مثبتا ، بينما يستخدم الطرف الآخر لعمل نقطة التلامس . شكل ٢ - ٢٣ يبين دائرة التوصيل لمحرك به جهاز تعدى الحمل ذى معدن مزدوج . وعندما يمر تيار زائد الشدة فى المحرك لفترة قصيرة من الوقت ، يتسبب عن مروره تسخين الوحدة لدرجة غير عادية ، مما يؤدي الى انحنائها لدرجة تكفى لفتح نقطتى التلامس ، وبذلك تفتح دائرة التوصيل . وفى بعض أنواع هذه الوحدات الحرارية تقفل نقطتا التلامس آليا عندما تبرد الوحدة المزدوجة المعدن . وفى وحدات أخرى يجب الضغط على زر إعادة ، لارجاع المحرك الى حالة التشغيل . وفى بعض أنواع الوحدات الحرارية توجد وحدة تسخين لتزويد المعدن المزدوج بالحرارة ، وتوصل وحدة التسخين فى هذا النوع مع الخط على التوالى . وعندما يمر تيار زائد الشدة فى وحدة التسخين نتيجة لتعدى الحمل ، تفتح وحدة المعدن المزدوج الدائرة . وتوضع وحدة المعدن المزدوج اما بداخل وحدة التسخين أو الى جانبها .

وفى كل المحركات التى يراد وقايتها من الحرارة الزائدة ، تجب العناية بتوصيل وحدة المعدن المزدوج على التوالى مع خط . وشكل ٢ - ١٤ يبين رسما لمحرك ذى مكثف بقطبين ، وبه جهاز وقاية ضد الحرارة الزائدة .

### المكثف ذو صندوق النهايات :

يوجد بكثير من محركات أجهزة التكييف صندوق للنهايات مثبت مع المكثف وتعلم ثلاث النهايات بالحروف ت ، ل ، ل كما هو مبين بشكل ١ - ١٥ . وتوصل أسلاك الخط ل ، ل بالنهايات ل ، ل ت ، كما توصل الأسلاك التى تتصل بالمنظم الحرارى بداخل جهاز التكييف بالنهايات ت ، ل ، ويوصل أحد طرفى المكثف بالنهاية التى لا تحمل علامة ، فى حين

يوصل الطرف اثنائي للمكثف بالنهاية ل ٠ وبين شكل ٢ - ١٦ هذا المكثف متصلا مع محرك ذي مكثف بدء ٠

٤ - المحرك ذو مكثف البدء ، مفرد الجهد ، غير ممكن عكس اتجاه دورانه ، وله مفتاح مغناطيسى ٠ يستخدم فى أنواع مخصوصة من أجهزة التكييف محركات تشتغل فى سائل ، مكيف ، لا يسمح باستخدام مفتاح الطرد المركزى ٠ ويسمعمل فى مثل هذه المحركات مفتاح يشتغل بالمغناطيسية ، وهو يعمل على فصل ملفات البدء من الدائرة ٠ ويعتمد المفتاح المغناطيسى فى طريقة تشغيله على أساس أن شدة تيار البدء للمحرك ذو مكثف البدء تبلغ ضعف أو ثلاثة أمثال تيار التشغيل ويتكون المفتاح من ملف مغناطيسى ( يوصل على التوالى مع ملفات الحركة ) وغطاس ، ونقطتى تلامس ، كما هو مبين بشكل ٢ - ١٧ ٠

وعندما يمر التيار من الخط عند البدء يصبح الملف مشحونا بالطاقة ، ويؤدى ذلك الى رفع الغاطس الذى يقفل نقطتى تلامس ، تكونان فى العاده مفتوحتين ، وهما متصلتان على التوالى مع ملفات البدء ٠ وتبعا لذلك فإن كلا من ملفات البدء وملفات الحركة تكون داخلية فى الدائرة عند بدء حركة المحرك ٠ ولكن عندما تنخفض قيمة التيار انجالية عند البدء الى قيمته المعتادة أثناء التشغيل ، تصبح شدة التيار المار فى الملف المغناطيسى غير كافية لحفظ الغاطس فى مكانه العلوى ، فيسقط فاتحا نقطتى التلامس ، وتترك دائرة ملفات البدء مفتوحة ٠

شكلا ٢ - ١٨ ، ٢ - ١٩ يبينان كيفية توصيل مفتاح مغناطيسى مع محرك ، وهذه الطريقة فى توصيل مفتاح مغناطيسى مع محرك ذو مكثف، بدء هي احدى طرق كثيرة ، ولكن طريقة التشغيل أساسا واحدة فيها جميعا ٠

ولا توصل هذه المحركات عادة على اعتبار أنها ستعكس اتجاه دورانها ، ولا بد من اخراج أربعة أسلاك من المحرك اذا أردنا عكس اتجاه الدوران ٠

ويمكن أحد عيوب هذا النوع من المحركات فى أن أى تعد بسيط للحمل قد يتسبب فى تشغيل الملف المغناطيسى وتوصيل ملفات البدء مع الخط ، وبذلك يمكن أن تحترق هذه الملفات ، لأنها فى العادة لا تحتمل التشغيل إلا لمدة ثوان معدودة ٠

٥ - المحرك ذو مكثف البدء ، مزدوج الجهد وغير ممكن عكس اتجاه دورانه ٠ يمكن استعمال هذا النوع من المحركات على جهدى تيار متردد مختلفين ، وهما عادة ١١٠ ، ٢٢٠ فولت أو ٢٢٠ ، ٤٤٠ فولت ٠ وتحتوى

المحركات التى من هذا النوع عموما على وحدتين من الملفات الرئيسية ، ووحدة ملفات بدء واحدة ، مع خروج عدد كاف من أطراف الأسلاك يسمح بالتغيير من جهد الى آخر ( تحتوى بعض المحركات على وحدة واحدة من الملفات الرئيسية مقسمة الى قسمين ) . فاذا اشتغل المحرك على جهد قدره ٢١٠ فولت توصل وحدتا ملفات الحركة على التوازي كما هو مبين بشكلي ٢ - ٢٠ ، ٢ - ٢١ . واذا أردنا التشغيل على جهد قدره ٢٢٠ فولت توصل وحدتا ملفات الحركة على التوالي ، كما هو موضح بشكلي ٢ - ٢٢ ، ٢ - ٢٣ . وتشغل ملفات البدء فى كل من الحالتين على الجهد المنخفض ، وتوصل لهذا الغرض مع طرفى أحد قسمي الملفات الرئيسية . وتستخدم دوائر مماثلة فى حالة التشغيل على ٢٢٠ ، ٤٤٠ فولت .

يبين شكلا ٢ - ٢٤ ، ٢ - ٢٥ رسمين لتوصيلات العضو الثابت لمحرك مزدوج الجهد ذى أربعة أقطاب . ويمكن عكس اتجاه دوران هذا المحرك بعد رفع الغطاء الجانبي وعكس توصيل أطراف ملفات البدء ، وتوجد أربعة أطراف ممتدة الى خارج المحرك ، اثنتان لكل وحدة من ملفات الحركة .

والملومات التالية أخذت لمحرك مثالى : وهو محرك ذو مكثف بدء مزدوج الجهد تبلغ قدرته  $\frac{1}{3}$  حصان . وبفحصه وجد أنه يحتوى على ٣٦ مجرى وثلاث طبقات من الملفات . وتتكون هذه الطبقات من وحدتين متشابهتين من ملفات الحركة الموضوعة معا فى نفس الجارى والمعزولة بعضها عن بعض ، ووحدة من ملفات البدء موضوعة على ٩٠ درجة كهربية من ملفات الحركة . وكانت ملفات الحركة متصلة على التوازي كما أن ملفات البدء كانت متصلة على التوالي . وتخرج من المحرك خمسة أطراف أسلاك ليتمكن عن طريقها التوصيل على ١١٠ أو ٢٢٠ فولت . ولعكس اتجاه الدوران يرفع الغطاء الجانبي الأمامي وتعكس أطراف أسلاك ملفات البدء على لوحة النهايات التى على مفتاح القوة المركزية .

شكل ٢ - ٢٦ يبين توصيلات الملفات للتشغيل على ١١٠ فولت ، أما التوصيلات الداخلية بين أقطاب هذا المحرك فهي مبينة فى شكل ٢ - ٢٧ . وقد تم تسجيل الملفات وعدد الملفات ومقاس السلك أثناء الحل . وهذه المعلومات مبينة بشكل ٢ - ٢٨ .

وقد أعيد هذا المحرك بنفس مقاس السلك ونفس عدد الملفات . الا أنه بدلا من لف الوحدة الأولى من ملفات الحركة ثم لف الوحدة الثانية فوقها ، ثم وضع الملفين فى نفس الوقت باستعمال سلكين منفصلين . وقد استخدمت طريقة اللف اليدوى .

تصمم المحركات المزدوجة انجهدها أيضا لكي تشتغل بوحدة واحدة من ملفات الحركة ووحدة من ملفات البدء ، وتتكون ملفات الحركة في هذه الحالة من قسمين ، ولكل قسم سلكتان يمتدان الى خارج المحرك في محرك ذي مكثف بدء مزدوج الجهد وله أربعة أقطاب يكون بملفات الحركة قطبان متصلان على التوالي ، وممتد منهما سلكتان الى خارج المحرك . ويوصل القطبان الباقيان على التوالي مع اخراج سلكتين منهما ليصبح مجموع الأسلاك الخارجية كلها أربعة . فعند التشغيل على الجهد المنخفض يوصل القسمان على التوازي ، وعند التشغيل على الجهد المرتفع يوصل القسمان على التوالي ، وفي كل من الحالتين توصل ملفات البدء مع طرفي قسم واحد من ملفات الحركة . شكل ٢ - ٢٩ يبين هذا كله . والأساس في طريقة تشغيل هذا المحرك هو نفسه الذي شرح في المحرك السابق . ويبين شكلا ٢ - ٣٠ ، ٢ - ٣١ رسم التوصيلات لمحرك ذي مكثف بدء مزدوج الجهد بأربعة أقطاب . وملفات هذا المحرك تشبه مثيلتها في محرك مكثف بدء مفرد الجهد ذي أربعة أقطاب .

٦ - المحرك ذو مكثف البدء والممكن عكس اتجاه دورانه ، ومزدوج الجهد : يراعى في هذا المحرك امكان عكس الدوران من الخارج وذلك بمد سلكتين اضافيتين الى خارج المحرك مأخوذتين من دائرة ملفات البدء . ويبين شكلا ٢ - ٣٢ ، ٢ - ٣٣ التوصيلات اللازمة للدوران في اتجاه عقرب الساعة وعكس اتجاه عقرب الساعة ١١٠ فولت . ويبين شكلا ٢ - ٣٤ ، ٢ - ٣٥ التوصيلات اللازمة للتشغيل على ٢٢٠ فولتا .

٧ - المحرك ذو مكثف البدء ، مزدوج الجهد وبه جهاز حماية من تعدى الحمل . المحرك ذو مكثف البدء المزدوج الجهد والذي لا يمكن عكس اتجاه دورانه ، والموصوف في البند الخامس ( ص ٤٨ ) ، كان يحتوى على جهاز تنظيم حرارى لحمايته من تعدى الحمل ، وهو يتكون من شريط من معدن مزدوج ونقطتي تلامس متصلة كما هو مبين بشكل ٢ - ٢٦ .

٨ - المحرك ذو مكثف البدء ، مفرد الجهد ، ممكن عكس اتجاه دورانه ، وله ثلاثة أطراف . لا يمكن عكس اتجاه دوران محرك ذي مكثف بدء عادى من الخارج اذا كانت هناك ثلاثة أطراف فقط . ويمكن عكس اتجاه الدوران بسهولة ، على كل حال ، اذا استخدمنا ملفات حركة ذات قسمين ، كما هي الحال في المحرك المزدوج الجهد . ولكي يصبح ذلك ممكنا يوصل القسمان على التوالي داخليا كما هي الحال في التوصيل على ٢٢٠ فولتا لمحرك مزدوج الجهد . ويؤخذ الطرفان الباقيان خارج المحرك للتوصيل الى خط التغذية

( كما هو موضح بشكل ٢ - ٣٦ ) • ويوصل أحد طرفي ملف البدء داخليا عند المنتصف بين قسمي ملفات الحركة • ويؤخذ الطرف الثاني لدائرة ملفات البدء الى خارج المحرك • ويؤدي هذا الترتيب الى توصيل دائرة ملفات البدء على التوازي مع القسم ١ من ملفات الحركة للدوران في أحد الاتجاهين كما في شكل ٢ - ٣٦ •

وللحصول على دوران في الاتجاه العكسي ينقل طرف التوصيل الخارج لدائرة ملفات البدء الى الوضع المبين بشكل ٢ - ٢٧ : حيث تصبح ملفات البدء موصلة على التوازي مع القسم ٢ من ملفات الحركة ، وهذا يؤدي الى عكس اتجاه التيار في ملفات البدء •

ويبين شكل ٢ - ٣٨ ديسما تخطيطيا لملفات خارجا منها ثلاثة أطراف بغرض عكس اتجاه الدوران •

٩ - المحرك ذو مكثف البدء ، مفرد الجهد ، ويمكن عكس اتجاه دورانه في الحال • في احوال التشغيل العادية يجب أن يتوقف المحرك ذو مكثف البدء عن الدوران تماما قبل أن يتمكن من بدء الدوران في الاتجاه المضاد ، وذلك لأن مفتاح الطرد المركزي لا يمكن أن يقفل الا بعد أن يكون المحرك قد توقف تقريبا عن الدوران • بحيث أن ملفات البدء تكون خارج الدائرة عندما يكون المفتاح في الوضع المفتوح ، فان عكس طرفي هذه الملفات ليس له تأثير على تشغيل المحرك عندما يكون دافعا

يوجد ببعض محركات مكثف البدء مفتاح عاكس يوصل كما هو مبين بشكل ٢ - ٣٩ • ولهذا المفاتيح ثلاث شفرات ، أو أقطاب ، وهي تتحرك معا كوحدة الى أي من الوضعين • وينتج دوران في اتجاه عقرب الساعة في أحد هذين الوضعين ، كما هو موضح بالرسم ، وفي الوضع الثاني ينعكس توصيل أطراف ملفات البدء ، فينتج دوران في اتجاه ضد عقرب الساعة •

ولكى ننعكس اتجاه دوران هذا النوع من المحركات يجب أن ننتظر حتى تهدأ سرعة المجرى الى الدرجة التي يقفل عندها مفتاح الطرد المركزي ، ثم نوصل ملفات البدء الى الخط •

**عكس اتجاه الدوران في الحال :** في أنواع معينة من الأشغال قد يمضي وقت غير قصير في انتظار توقف العضو الدائر عن الدوران قبل أن يمكن عكس الاتجاه • ولكن يمكن عكس اتجاه الدوران في الحال وفي أثناء تشغيل المحرك بسرعه اكاملة يرضع قسم في الدائرة لكي يقصر الدائرة عبر المفتاح المركزي ويوصل ملفات البدء في الدائرة في الاتجاه العكسي •

ويبين شكل ٢ - ٤٠ مثل هذا المحرك ذي مكثف البدء ، الذى يمكن عكس اتجاه دورانه فى الحال ، بربه مفتاح عاكس . فى حالة السكون يكون مفتاح الطرد المركزى ذا نقطتى التلامس فى وضع البدء ، حيث يكون المكثف وملفات البدء متصلة على التوالى مع الخط ، وفى نفس الوقت يكون ملف المتحم ، وهو فى العادة مقفل ، متصلا بين طرفى المكثف . وعندما يكون المفتاح اليدوى فى وضع الى الامام تكون ملفات الحركة موصلة على الخط ، ويكون المكثف وملفات البدء متصلة على التوالى مع الخط ، كما يكون ملف المتحم متصلا بين طرفى المكثف .

ويصبح الجهد الموجود بين طرفى المكثف مسلطا على ملف المتحم ، مما يؤدى الى فتح نقطتى تلامس المتحم ، وهما اللتان تكونان فى العادة مقفلتين . وبعد أن يبدأ المحرك حركته ثم ترتفع سرعته ينتقل مفتاح الطرد المركزى الى وضع انتشغيل ، وهذا يؤدى الى فصل المكثف من الدائرة تاركا ملفات البدء متصلة على التوالى مع ملف المتحم . ولما كانت مقاومة ملف المتحم عالية ، فانه لا يسمح بمرور تيار فى ملفات البدء الا بالقيمة التى تكفى فقط لان تحفظ نقطتى تلامس المتحم مفتوحتين .

وفى أثناء الفترة ، التى تقدر بجزء صغير من الثانية ، التى ينقل فيها المفتاح اليدوى من وضع الى الامام الى وضع بالعكس لا يمر أى تيار فى ملف المتحم ، وتبعا لذلك تقفل نقطتا تلامس المتحم . وعندما يصل المفتاح الى وضع بالعكس يمر تيار خلال نقطتى تلامس المتحم المقفلتين الى ملفات البدء ، ولكن فى الاتجاه المعكوس ، وهذا يولد عزم دوران فى عكس اتجاه الدوران مما يؤدى الى توقف المحرك عن الدوران فى الحال ، فيعود مفتاح الطرد المركزى الى وضع البدء ، عاملا على توصيل المكثف مع ملفات البدء على التوالى ، ويبدأ العضو الدائر فى الدوران فى الاتجاه المضاد . وتصمم الملفات والعضو الدائر فى هذا النوع من المحركات بحيث يمكنها تحمل الاجهاد الناشئ عن العكس السريع .

١٠ - محرك مكثف البدء المزدوج السرعة . احدى الطرق المستعملة لتغيير سرعة محرك ذي مكثف بدء تكون بتغيير عدد الاقطاب فى الملفات ، ونعمل ذلك توضع وحدتان منفصلتان للملفات الحركة فى المجارى ، وهى تتكون عادة من ملفات ذات ستة أقطاب وملفات بثمانية أقطاب ، وتستعمل وحدة واحدة من ملفات البدء ، وهى تعمل بالتزامن مع ملفات الحركة ذات السرعة العالية . ويكون مفتاح الطرد المركزى من النوع المزدوج القفل أو الانتقالى ، وتوجد نقطتا تلامس فى ناحية البدء من المفتاح ، ونقطة تلامس



واحدة فى ناحية التشغيل من نفس المفتاح . ويستعمل مفتاح خارجى لتغيير سرعة المحرك . وشكل ٢ - ٤١ يوضح رسما تخطيطيا لمحرك ذى مكثف بدء مزدوج السرعة .

ويبدأ هذا المحرك دورانه على السرعة العالية بصرف النظر عما اذا كان مفتاح السرعة على الوضع عاليا أو منخفضا ، فاذا وضع هذا المفتاح على ناحية منخفضة فان ملفات البدء وملفات الحركة للسرعة العالية سوف تقطع من الدائرة بواسطة مفتاح الطرد المركزى عندما يبلغ المحرك سرعته ، وفى نفس الوقت يعمل مفتاح الطرد المركزى على توصيل ملفات الحركة للسرعة المنخفضة .

وتوجد أنواع الملفات الثلاثة المستعملة فى هذا المحرك فى أوضاع محددة بالنسبة الى بعضها فى الجارى كما هو مبين بشكل ٢ - ٤٢ ، وهو يمثل عرضا مثاليا لخطوة الملفات فى محرك به ٢٦ مجرى .

١١ - المحرك ذو مكثف البدء المزدوج السرعة والمحتوى على مكثفين . يحتوى هذا المحرك على وحدتين من ملفات الحركة ، ووحدتين من ملفات البدء ، ومكثفين . ويستعمل أحد المكثفين عند التشغيل على السرعة العالية ، والآخر لتشغيل على السرعة المنخفضة ، ويعمل مفتاح طرد مركزى مزدوج على فصل وحدتي ملفات البدء من الدائرة بعد بدء الدوران . ويبين شكل ٢ - ٤٣ رسما لهذا النوع من المحركات .

### المحرك ذو مكثف البدء والحركة

يدور المحرك ذو مكثف البدء والحركة بهدوء ويسر . وهو يشبه محرك مكثف البدء ، فيما عدا أن ملفات البدء والمكثف يظلان متصلين فى الدائرة طوال وقت التشغيل . وتبدأ بعض المحركات دورانها ثم تشتغل بقيمة واحدة للمكثف الموجود بالدائرة ، ويطلق عليها محركات مكثف الحركة المفرد القيمة . والبعض الآخر من هذه المحركات تبدأ دورانها بقيمة عالية للمكثف ، ثم بفعل مفتاح معد لهذا الغرض تشتغل بقيمة منخفضة للمكثف ، وهذه تعرف بمحركات مكثف الحركة المزدوج القيمة .

#### المحرك ذو مكثف الحركة المفرد القيمة

بعض أنواع المحركات المفردة القيمة هى :

١ - مفرد الجهد .

٢ - مزدوج الجهد .

- ٣ - مفرد الجهد ، قابل للعكس .
- ٤ - مزدوج السرعة ، مفرد الجهد .
- ٥ - ثلاثى السرعة ، مفرد الجهد .

وصوف نقوم بشرح هذه المحركات وتوصيلاتها فى الفقرات الآتية :

١ - المحرك ذو مكثف الحركة المفرد القيمة والمفرد الجهد . يشبه هذا المحرك محرك مكثف البدء من جميع أنواحى ، فيما عدا أنه لا يحتوى على مفتاح طرد مركزى ، وتوجد به وحدتان من الملفات واحدة للحركة وواحدة للبدء ، وهما موضوعتان بحيث تفصل بينهما مسافة قدرها ٩٠ درجة كهربية . ويكون المكثف مركبا بأعلى المحرك أو موضوعا على حدة . وتكون سعة المكثف عموما صغيرة ، وتتراوح قيمتها بين ٣ ، ١٦ م . ف . على وجه التقريب . ويكون المكثف فى العادة من النوع المعزول بالورق وقد يكون من النوع المتلى بالزيت .

ينتج عن صفر سعة المكثف أن عزم الدوران عند البدء يكون ذا قيمة متوسطة ، وعلى هذا فإن هذا المحرك يستعمل فقط فى الأحوال التى يلائمها ذلك ، وهى تشمل مواقد الزيت ومنظمات الجهد والمراوح . وتعمل محركات مكثف الحركة المفرد القيمة فى هدوء ويسر .

تكون توصيلات الملفات كمثيلتها فى محرك مكثف البدء ، فيما عدا أن مفتاح الطرد المركزى غير موجود ، وشكل ٢ - ٤٤ يبين رسما تخطيطيا لمحرك مكثف حركة مفرد القيمة .

ولعكس اتجاه دوران المحرك المبين بشكل ٢ - ٤٤ يجب رفع الغطاء الجانبى وعكس أطراف توصيل ملفات البدء بالنسبة الى ملفات الحركة . ولكى نتجنب عملية رفع الغطاء الجانبى فى المستقبل يمكن مد أربعة أسلاك الى خارج المحرك أو الى لوحة النهايات على المحرك ، كما هو مبين بشكل ٢ - ٤٥ .

٢ - المحرك ذو مكثف الحركة المفرد القيمة ، المزدوج الجهد . يختلف هذا المحرك ، وهو المبين بشكل ٢ - ٤٦ ، عن محرك مكثف البدء المزدوج الجهد فى عدم وجود مفتاح طرد مركزى به ، وتوجد به وحدتان من ملفات الحركة ( أو وحدة ملفات حركة ذات قسمين ) ووحدة ملفات بدء . وتوصل ملفات الحركة على التوالى فى حالة انتشغيل على الجهد المرتفع وعلى التوازي مع الجهد المنخفض ، وفى كل من الحالتين توصل ملفات البدء دائما مع طرفى وحدة من ملفات الحركة . وكما هى الحال فى المحرك ذو مكثف البدء يكون

قسما ملفات الحركة متشابهين ، ويمكن نقهما معا بملكين منفصلين بطريقة الملف اليدوي .

٣ - المحرك ذو مكثف الحركة ، قابل لعكس اتجاه الدوران ومفرد الجهد . يتولد في هذا المحرك عزم دوران ابتدائي متوسط القيمة ، ويمتعمل للتحكم في انصمامات والمقاومات . وهو يحتوى على وحدتي ملفات رئيسية موضوعة وبين الواحدة منها والأخرى ٩٠ درجة كهربية . وهاتان الوحدتان متشابهتان ، وتستعمل واحدة منهما كم ملفات حركة والثانية كم ملفات بدء لأحد اتجاهي الدوران ، وفي اتجاه الدوران العكسي تستعمل ملفات الحركة السابقة كم ملفات بدء ، بينما تستعمل تلك التي كانت ملفات بدء كم ملفات حركة . ويمكن أن تشكل هذه الملفات بنفس طريقة ملفات المحرك ذي مكثف البدء .

والأساس في طريقة تشغيل هذا المحرك يتوقف على حقيقة أن اتجاه دوران العضو الدائر يكون دائما من قطب في ملفات البدء إلى القطب الذي يجاوره في ملفات الحركة والذي له نفس القطبية . وبتتبع الدائرة المبينة بشكل ٢ - ٤٧ نجد أنه عندما يكون المفتاح في الوضع الأمامي يمر التيار عن طريق الملفات ب إلى الطرف الثاني من الخط ، وفي نفس الوقت يمر التيار عن طريق آخر خلال المكثف والملفات أ راجعا إلى الخط ، وبذلك تعمل الملفات أ كم ملفات بدء والملفات ب كم ملفات حركة منتجة دورانا في أحد الاتجاهين .

وعندما يكون المفتاح في الوضع المعكوس تصبح الملفات أ ملفات حركة ، و ب ملفات بدء وبذلك يدور المحرك في الاتجاه العكسي .

٤ - المحرك ذو مكثف الحركة المفرد القيمة ، مفرد الجهد ومزدوج السرعة . يختلف هذا المحرك عن محرك مكثف البدء المزدوج السرعة في أننا لانحتاج إلى تغيير عند الاقطاب لكي نحصل على تغيير في السرعة ، إذ نستفيد بدلا من ذلك من حقيقة أن سرعة دوران المجال المغناطيسي الذي يولده العضو الثابت بنفس قيمة سرعة دوران المجال المغناطيسي الذي يولده العضو الثابت . ويطلق على قيمة الفرق بين هاتين سرعتين نفظ الانزلاق ، ويؤدي أي انخفاض في قوة المجال المغناطيسي إلى ارتفاع في قيمة الانزلاق مما يتسبب عنه انخفاض في سرعة العضو الدائر .

ولكي نحصل على انخفاض في قيمة الجهد على ملفات الحركة ، توصل ملفات حركة مساعدة على التوالي مع ملفات الحركة الرئيسية . وتلف ملفات الحركة المساعدة في نفس المجارى مع ملفات الحركة الرئيسية وتوضع ملفات البدء على زاوية قدرها ٩٠ درجة كهربية من ملفات الحركة .

يظهر من الرسم المبين بشكل ٢ - ٤٨ أنه عندما يكون مفتاح السرعة على الوضع منخفضا تكون ملفات الحركة المساعدة والرئيسية متصلة على التوالي معاً على الخط ، وتبعاً لذلك فإن جهد الخط يصبح موزعاً على الوحدتين ، وتكون ملفات الحركة الرئيسية متأثرة بجزء فقط من الجهد الكلي للخط ، ويؤدي انخفاض الجهد على ملفات الحركة إلى تقليل من قوة المجال المغناطيسي ، مما يتسبب عنه خفض في قيمة السرعة . وتكون ملفات البدء في حالة التوصيل على السرعة المنخفضة متصلة على التوالي مع المكثف إلى الخط .

وعندما يكون مفتاح السرعة على الوضع عالياً تكون ملفات الحركة الرئيسية متصلة مباشرة على الخط ، في حين تكون الملفات المساعدة متصلة على التوالي مع ملفات البدء والمكثف ، وبذلك يكون الجهد الكامل موجوداً على الملفات الرئيسية ، وتكون قوة المجال المغناطيسي أكبر مما مضى ، وهذا يؤدي إلى انخفاض في قيمة الانزلاق وارتفاع في سرعة دوران العضو الدائر . ويبين شكل ٢ - ٤٩ رسماً لتوصيلات هذا المحرك .

ويمكن لف الملفات المساعدة يسلك مختلف في مقاسه عن السلك المستعمل في لف ملفات الحركة الرئيسية ، ولكنهما يوضعان معاً دائماً في نفس المجارى . وتتم عملية اللف بوضع الملفات الرئيسية في المجارى أولاً ، ثم تأتي بعدها الملفات المساعدة ، وأخيراً ملفات البدء على زاوية قدرها ٩٠ درجة كهربية من الملفات الأخرى . ويجب عمل العزل المناسب بين الملفات وبعضها .

لعكس اتجاه دوران هذا المحرك نعكس أطراف توصيل ملفات البدء . ويبين شكل ٢ - ٥٠ رسم الملفات لمحرك ذي مكثف حركة مفرد القيمة ، وهو موصل للحصول على السرعة المرتفعة .

٥ - المحرك ذو مكثف الحركة المفرد الجهد الثلاثي السرعة . هذا المحرك يشبه المحرك السابق ، فيما عدا أنه توجد نقطة تقسيم عند منتصف الملفات المساعدة ، كما هو مبين بشكل ٢ - ٥١ ، وبذلك تصبح عندنا وحدة من ملفات الحركة ووحدة من الملفات المساعدة ذات قسمين ١ ، ٢ ، ثم وحدة من ملفات البدء .

ويبين الرسم التخطيطي بشكل ٢ - ٥١ أيضاً كيف يتم توصيل الملفات للحصول على ثلاث سرعات . وفي الوضع عالى السرعة تكون ملفات الحركة متصلة على الخط ويكون القسمان ١ ، ٢ من الملفات المساعدة

ومعها دائرة ملفات البدء متصلة على التوالي مع الخط وفي الوضع متوسط السرعة تكون ملفات الحركة ونصف الملفات المساعدة ( قسم ١ ) متصلة على التوالي مع الخط ، بينما يكون النصف الثانى من الملفات المساعدة ( قسم ٢ ) متصلة على التوالي مع دائرة ملفات البدء على الخط ، وفي الوضع منخفض السرعة تكون ملفات الحركة متصلة على التوالي مع قسمي الملفات المساعدة على الخط ، كما تكون دائرة ملفات البدء واصله على الخط ، وفي كل الانواع الثلاثة للتوصيل يظل المكثف متصلا على التوالي مع ملفات البدء .

شكل ٢ - ٥٢ يبين رسما لملفات هذا المحرك ، وشكل ٢ - ٥٣ يبين عرضا مثاليا للاقطاب في محرك من هذا النوع .

### نوع من المحركات ذات مكثف الحركة مزدوج القيمة

يبدأ المحرك ذو مكثف الحركة المزدوج القيمة حركته بمكثف ذى سعة عالية متصل على التوالي مع ملفات البدء ، وهذا يؤدي الى توليد عزم دوران ابتدائي كبير ، وهو ما نحتاج اليه في عملية تقليب الافران والمكابس وهكذا . وفي أثناء التشغيل تستبدل سعة المكثف بأخرى اقل قيمة بوساطة مفتاح القوة المركزية ، وتظل كل من ملفات الحركة وملفات البدء في الدائرة طوال الوقت .

ويمكن الحصول على قيمتين للسعة باستعمال مكثفين متصلين على التوازي عند البدء ، وفصل احدهما عن الدائرة عند الرغبة في التشغيل على قيمة اقل للسعة ، أو يمكن استعمال محول مع مكثف واحد حتى نستطيع رفع قيمة السعة الفعلية للمكثف، عند البدء .

استخدام وحدة مكثف محول . تستخدم بعض المحركات محولا ذاتيا مع مكثف واحد لاعطاء السعة العالية اللازمة عند البدء ، وذلك بدلا من استخدام مكثفين . ويرفع المحول قيمة الجهد الموصل على المكثف ، ثم يحول مفتاح الطرد المركزي توصيل الدائرة بحيث تنخفض قيمة الجهد أثناء التشغيل . ويمكن وضع الجهد المرتفع على المكثف لمدة ثوان قليلة فقط ، والا فانه سوف يسبب تلفا في عازل المكثف مما ينتج عنه حدوث دائرة قصر .

يتكون المحول الذاتي من قلب من رقائق الحديد ملفوف عليه ملف من سلك النحاس به نقط تقسيم عديدة كما هو مبين بشكل ٢ - ٥٤ ، ويوصل

المكثف عادة بالنقطتين أ ، د وهما طرفا ملف المحول ، كما يظهر بشكل ٢ - ٥٥ . فإذا كانت ب هي نقطة التقسيم المتوسطة ، ووصل الخط بين نقطتي التقسيم أ ، ب يكون ضعف قيمة جهد الخط موصلة على المكثف . عندما يكون ضعف القيمة العادية للجهد تقريبا موصلة على المكثف ، تزداد قيمة السعة الفعلية كمربع نسبة تحويل الجهد وهي ٢ : ١ . وعلى ذلك فإن السعة الفعلية سوف تزداد الى  $2 \times 2$  أو أربع مرات . فإذا كانت قيمة سعة المكثف ٤ م . ف . ، فسوف تصبح السعة الفعلية بعدد اضافة المحول الى الدائرة  $4 \times 4$  أو ١٦ م . ف .

وإذا كانت نقطة التقسيم ب تقع عند ربع عدد اللفات بين النقطة أ والنقطة د ، فسوف تصبح نسبة جهد المكثف الى جهد الخط ٤ الى ١ ، وعلى ذلك فسوف تصبح السعة الفعلية ست عشرة مرة مثل السعة العادية وهي ٤ م . ف . أو  $4 \times 16 = 64$  م . ف .

إذا استعملت نقطة التقسيم في المحول التي تجعل نسبة جهد المكثف الى جهد الخط ٤ : ١ : فإن مكثفا ذا سعة قدرها ٦ م . ف . سوف يعطى سعة فعلية قدرها ٩٦ م . ف . ، وهي قد تكفي لتوليد عزم دوران ابتدائي مرتفع . وتتغير نسبة تحويل الجهد بفعل مفتاح الطرد المركزي الذي يتحرك الى نقطة تقسيم أخرى ، وذلك عندما تصل السرعة الى ٧٥ في المائة تقريبا من انسرعة الكاملة ، فيشتغل المحرك بالسعة العادية للمكثف . ويبين شكل ٢ - ٥٦ دائرة التوصيل .

تستخدم في العادة مكثفات معزولة بالزيت ذات سعة تبلغ ٤ الى ١٦ م . ف . على وجه التقريب في هذا النوع من المحركات . ويكون المكثف والمحول مغلقيين معا في صندوق مستطيل من الحديد يوضع بأعلى المحرك ، وشكل ٢ - ٥٧ يوضح رسم توصيلات العضو الثابت لهذا المحرك

ومحركات مكثف الحركة المزدوج القيمة الآتية يستخدم فيها كلها كلا النوعين السابقين من المكثفات المزدوجة القيمة والمكثفات ذات المحولات .

- ١ - مفرد الجهد ، غير قابل لعكس اتجاه الدوران .
- ٢ - مفرد الجهد ، قابل لعكس اتجاه الدوران .
- ٣ - مزدوج الجهد ، غير قابل لعكس اتجاه الدوران .
- ٤ - مزدوج الجهد ، قابل لعكس اتجاه الدوران .
- ٥ - مزدوج الجهد ، بمقاومة متغيرة .

١ - محرك مكثف الحركة المفرد الجهد وغير قابل لعكس اتجاه الدوران . يحتوى هذا المحرك على نوعين من الملفات ، ملفات الحركة وملفات البدء وهما موضوعان على زاوية قدرها ٩٠ درجة كهربية من بعضهما ، ويركب المكثفان بأعلى المحرك . وأحدهما ، وهو ذو السعة العالية ، من النوع ذى السائل الكهربى ، والثانى ذو السعة المنخفضة من النوع المعزول بالورق . ويوصل المكثفان مع بعضهما عند البدء على التوازي ثم يوصلان معا على التوالى مع ملفات البدء ، كما هو مبين بشكل ٢ - ٥٨ . وعندما يصل المحرك الى ما يقرب من ٧٥ فى المائة من سرعته الكاملة ينفصل المكثف ذو السائل الكهربى من الدائرة بوساطة مفتاح انطرد المركزى ، تاركا المكثف الورقى وحده فى الدائرة . وتوصل ملفات الحركة على التوازي مع الخط .

٢ - محرك مكثف الحركة المفرد الجهد والقابل لعكس اتجاه الدوران . هذا المحرك يشبه المحرك الموصوف تولا بعاليه ، فيما عدا أنه يستخدم وحدة مكثف محول . وتمتد أربعة أسلاك الى خارج المحرك لتجعل فى الامكان عكس اتجاه دورانه خارجيا ، واثنان من هذه الأطراف تجيء من دائرة ملفات الحركة ، واثنان من دائرة ملفات البدء . ولعكس اتجاه دوران المحرك يكون من اللازم تبديل الطرفين ت٣ ، ت٤ ، كما هو مبين بشكل ٢ - ٥٩ .

٣ - محرك مكثف الحركة المزدوج الجهد وغير القابل لعكس اتجاه الدوران . وهو يشبه محرك مكثف البدء المزدوج الجهد ، فيما عدا أنه يستعمل مكثفين عند البدء . وتوجد به وحدتان من ملفات الحركة ووحدة من ملفات البدء ، وتوصل ملفات البدء دائما على التوازي مع وحدة من الملفات الرئيسية . وشكل ٢ - ٦٠ يبين توصيلات ملفات هذا المحرك على جهد قدره ١١٠ فولت ، فى حين يبين شكل ٢ - ١٦ ائتشفيل مع ٢٢٠ فولتا . وعند البدء يوصل المكثفان على التوازي معا ، ثم بالتوالى مع ملفات البدء ، ويوصل المكثف ذو السائل الكهربى على التوالى مع مفتاح الطرد المركزى ، وعندما يصل المحرك الى ما يقرب من ٧٥ فى المائة من سرعته الكاملة ينفتح مفتاح انطرد المركزى ويفصل هذا المكثف عن الدائرة ، ويبقى المكثف الورقى فى الدائرة كما تبقى ملفات البدء . ولكى يصبح فى الامكان عكس اتجاه الدوران خارجيا يجب أخذ طرفى ملفات البدء الى الخارج كما هو مبين بشكل ٢ - ٦٢ .

ويستعمل فى بعض أنواع المحركات المزدوجة القيمة مكثفان مصنوعان بحيث يمكن لأحدهما أن يوضع بداخل الآخر ، فيصنع مكثف السائل الكهربى على شكل أسطوانة جوفاء ، بينما يصنع مكثف الحركة على شكل أسطوانة يمكن أن توضع بداخل مكثف السائل الكهربى كما هو مبين بشكل ٢ - ٦٣ أ ، ثم تغلق الوحدتان فى وعاء واحد . وشكل ٢ - ٦٣ ب يوضح رسماً لمحرك به مكثف ذو وحدة مزدوجة موضوع بأعلى المحرك .

٤ - المحرك ذو مكثف الحركة ، المزدوج الجهد وبه مكثف محول . وهو يحتوى على ملفات تشبه تلك التى بالمحرك السابق عليه ، ويختلف عنه فقط فى نوع وحدة المكثف المستعملة . عند البدء يعمل مفتاح الطرد المركزى ذو التلامس المزدوج على رفع الجهد على المكثف ، مما يؤدي الى رفع سعته الفعلية . وعندما يصل المحرك الى السرعة المناسبة يحول مفتاح الطرد المركزى نقطتى التلامس على وضع التشغيل ، فيصبح الجهد على المكثف عادياً ، وتبقى وحدة مكثف المحول فى الدائرة . شكل ٢ - ٦٤ يبين رسماً لهذا المحرك . ويمكن عكس اتجاه دوران المحرك بتبديل توصيل طرفى ملفات البدء .

٥ - محرك مكثف الحركة المزدوج الجهد ذو المنظم الحرارى . توصل وحدة الحماية ضد تعدى الحمل على التوالى مع الخط فى أى محرك من هذا النوع كما هو مبين بشكل ٢ - ٦٥ .

تختلف طريقة إعادة اللف فى المحرك المزدوج الجهد قليلاً عنها فى المحرك المفرد الجهد وذلك لوجود ملفات حركة اضافية . وتلف أولاً ملفات حركة كاملة بالطريقة المتبعة ، ثم تلف ملفات حركة أخرى كاملة فوق الأولى بنفس عدد الملفات ونفس مقاس السلك وفى نفس المجارى . وبذلك يصبح موضوعاً فى نفس المجارى وحدتان كاملتان ومتشابهتان من الملفات كل على حدة ، وهما معزولتان عن بعضهما لمنع حدوث قصر بينهما . وهناك طريقة أخرى ، توضع فيها وحدتا الملفات فى المجارى فى نفس الوقت ، ويمكن عمل ذلك بلف سلكين معاً فى نفس الوقت ، كل سلك منهما يمثل وحدة ملفات حركة .

توضع ملفات البدء فى المجارى على زاوية قدرها ٩٠ درجة كهربية من ملفات الحركة ، وتوصل على التوالى مع المكثف ومفتاح الطرد المركزى ، ثم توصل المجموعة كلها على التوازي مع أحد ملفات الحركة .



## توحيد الحلل وإصلاحه

## الاختبار

يعتبر حدوث تلف بالمكثفات من المتاعب التي تتكرر في المحركات ذات المكثفات ، فقد يحدث بها دوائر قصر ، أو فتح ، أو تبلي ، مما ينتج عنه تغيير في سعتها • وإذا حدثت بالمكثفات دائرة قصر فقد تحترق ملفات المحرك ، كما أنه إذا حدث فتح في الدائرة عن طريق المكثف أو إذا تغيرت سعته ، فقد ينتج عن ذلك أن يبدأ المحرك حركته بصورة غير مرضية أو لا يشتغل بالطريقة المضبوطة •

وبينما يستعمل كل من المكثفات الورقية والمكثفات ذات السائل الكهربى في المحركات ذات المكثفات ، فإن المكثفات ذات السائل الكهربى أكثر النوعين شيوعا في الاستعمال • ويكون اختبار كلا النوعين بنفس الطريقة في مكانه • وفيما يلي فكرة عامة عن طريقة الاختبار • نبدأ أولا برفع جميع الاسلاك الموصلة الى نهايات المكثف قبل عمل الاختبار ، ثم يوصل المكثف على التوالي مع مصهر ١٠ أمبير عبر خط جهده ١١٠ فولت وتردده ٦٠ ذبذبه ، كما هو مبين بشكل ٢ - ٦٦ • فإذا احترق سلك المصهر يكون المكثف مقصور اندائرة ويجب استبداله بوحدة جديدة • وإذا لم يحترق سلك المصهر فإن المكثف سوف يشحن في ثوان معدودة ، يرفع بعدها طرفا الخط من نهايتى المكثف ، اللتين لا يجب لمسهما بعد عملية الشحن ، والا تتج ضرر كبير •

بعد ابعاد طرفى الخط عن نهايتى المكثف ، تعمل عليهما دائرة قصر بواسطة مفك قلاووظ ، مع العناية بامساكه أثناء ذلك من الجزء الخشبي فقط • ويبين شكل ٢ - ٦٧ هذه الطريقة • ويجب ظهور شرارة فإذا لم يتمكن المكثف من عمل شرارة ، يحتمل حدوث انخفاض كبير في سعته أو قد يكون مفتوحا • ويجب عمل هذا الاختبار عدة مرات للتأكد من أن المكثف قد تم شحنه فعلا من شبكة التغذية للتيار المتردد •

وظهور شرارة عند عمل دائرة قصر على المكثف لا يعنى دائما أنه في حالة جيدة ، وذلك لأن المكثف الذى انخفضت سعته قد يعطى أيضا شرارة صغيرة • وهذا صحيح على الأخص بالنسبة لمكثف السائل الكهربى ، وهو عرضة لأن يبلى وتنخفض سعته بسبب احتوائه على مواد كيميوية •

إذا اتابنا الشك بعد اجراء هذه الاختبارات البسيطة على المكثف في مكانه أنه معطوب ، فمن الحكمة أن نستبدله بغيره • ويحمل المشرف على

تشغيل المحرك مكثفات اضافية معه عادة لهذا الغرض . فاذا حدث بعد تغيير المكثف أن المحرك بدأ دورانه على ما يرام وأعطى عزم الدوران المضبوط، يمكن الاستنتاج أن المكثف كان تافها .

ويمكن استخدام نفس الطريقة في محل التصليح . وعلى العموم اذا كانت هناك رغبة في معرفة العيب ، يمكن اجراء أربع تجارب ، نستطيع أن نعرف بها مدى صلاحية المكثف . وهذه التجارب الأربع للتحري عن السعة ، دوائر القصر ، الفتح في المكثف ، ونقط التماس مع الأرض .

### اختبار السعة

لمعرفة قوة مكثف بالميكروفاراد يلزم استخدام فولتметр تيار متردد وأمبير متر تيار متردد . اذا كان المكثف راكبا على المحرك ، فك كل الأسلاك من النهايات قبل عمل الاختبار . صل المكثف الى خط متردد الجهد ١١٠ فولت ٦٠ ذبذبة في الثانية مع وضع مصهر مناسب في الدائرة ، وصل أمبير متر بالتوالي مع المكثف وفولتметр عبره كما هو مبين بشكل ٢ - ٦٨ . وفي الاختبارات الآتية يجب الاحتفاظ بمكثف السائل الكهربى لفترة قصيرة فقط في الدائرة .

يمكن حساب سعة المكثف بالميكروفاراد باستخدام قراءتى جهاز القياس من المعادلة الآتية :

$$\text{السعة بالميكروفاراد} = 2650 \times \frac{\text{التيار بالأمبير}}{\text{الجهد بالفولت}}$$

وتستعمل هذه المعادلة عندما تكون ذبذبة التيار المستعمل في الاختبار ٦٠ . ويجب أن تكون السعة المحسوبة بالمعادلة تساوى على وجه التقريب السعة المقررة للمكثف ، فاذا كانت أقل بما يزيد على ٢٠٪ يجب استبدال المكثف .

### اختبار الفتحات

يمكن اجراء هذا الاختبار باستعمال نفس الطريقة السابقة . فاذا لم يسجل الأمبير متر قراءة ما دل هذا على وجود فتح في المكثف ويجب استبداله بغيره .

### اختبار القصر

اذا احترق مصهر أثناء اجراء التجربة السابقة دل هذا على أن المكثف مقصور . وعلى العموم يمكن استعمال مصباح اختبار على التوالى مع

خط تيار مستمر ١١٠ فولت لعمل اختبارات القصر ، ويوصل المكثف مع طرفي دائرة الاختبار كما هو مبين بشكل ٢ - ٦٩ ، فاذا أضاء المصباح دل هذا على وجود قصر . ولا يصح استعمال تيار متردد في هذا الاختبار ، حيث ان المصباح سوف يضيء حتى ولو كان المكثف في حالة جيدة .

### اختبار التماس مع الأرض

يمكن اختبار مكثف للتحري عن نقط تماس مع الأرض باستخدام مصباح اختبار مع تيار متردد أو تيار مستمر . ويوضع أحد طرفي دائرة الاختبار على إحدى نهايتي المكثف ، في حين يوضع الطرف الآخر لدائرة الاختبار على وعاء الألومنيوم ، كما هو مبين بشكل ٢ - ٧٠ ، فاذا أضاء المصباح دل هذا على وجود تماس أرضي . فاذا لم يضيء المصباح فانه يجب إعادة هذا الاختبار باستعمال النهاية الأخرى للمكثف .

وظهور أى عيب ، ولو كان بسيطاً ، أثناء هذه الاختبارات كلها ، يستلزم تغيير المكثف ، والا فان تشغيل المحرك لن يكون على ما يرام .

### اختبار الملفات

إذا تم استبدال المكثف بغيره وظل المحرك لا يدور ، أو يدور بطريقة غير مرضية ، أصبح من اللازم اختبار ملفات المحرك . وملفات المحرك ذى المكثف تشبه من جميع النواحي تقريباً ملفات المحرك ذى الوجه المشطور ، وعلى ذلك يمكن إجراء نفس انتجارب عليها . وتشمل الاختبارات تلك التى للتماس الأرضى ، ودوائر القصر ، والفتحات ، وعكس التوصيل ، وتعمل عادة فى محل التصليح أكثر مما تعمل فى مكان التشغيل . ارجع الى الجزء الخاص بطريقة اختبار الملفات فى باب المحرك ذى الوجه المشطور .

### التصليحات

ان أحسن قاعدة يمكن اتباعها فى اختبار محرك مكثف البدء والمحرك ذى المكثفين المزدوج القيمة هى استبدال المكثف ثم محاولة تشغيل المحرك . حاول عمل هذا الاختبار دائماً اذا أثبت لفحص أنه لا توجد عيوب أخرى . اذا عجز محرك مكثف البدء عن الدوران ، فان التخلل قد يرجع الى تلف المكثف أو احتراق المصهر . قد يكون سبب الخلل ، بالإضافة الى ذلك ، ملفات مفتوحة ، أو مفتاح انطرد المركزى ، أو ملفات مقصورة ، أو كراسى متآكلة أو تعدى الحمل . وحيث ان هذه الانواع من الخلل وعلاجها توجد

أيضا مع محرك الوجه المشطور ، فقد تمت مناقشتها بالتفصيل في الباب الأول .

إذا أصدر المحرك طينيا ، ثم انفجر المصهر بعد توصيل التيار بفترة قصيرة يجب الشك في وجود مكثف تالف ، وهذا يتلف قد يكون قصورا ، أو فتحا ، أو فقد في السعة . وفي أى حال سوف تكون دائرة ملفات الحركة عاطلة ، وبذلك يمتنع المحرك عن الدوران . للتأكد من أن المكثف هو سبب العطل ، استبدله بغيره له نفس المعدل ، كما هو مبين بشكل ٢ - ٧١ ، فإذا بدأ المحرك دورانه بغزم الدوران المضبوط ، فلا داعي للبحث بعد ذلك عن أعطال .

إذا لم يكن هناك مكثف آخر لاجراء عملية الاستبدال ، يدار العضو الدائر بوسيلة ميكانيكية ، ثم يقفل المفتاح على وضع التشغيل ، فإذا استمر المحرك دائرا ، يكون الخلل في دائرة ملفات البدء ، وهي تشمل المكثف .

وهذا لا يؤكد بصورة قاطعة وجود عيب بالمكثف ، ولكنه دلالة لها قيمتها على وجود مثل هذا الخلل .

### المحرك ذو مكثف

وكما هي الحال بالنسبة للمحرك ذي الوجه المشطور ، يمكن ارجاع أسباب الخلل في المحرك ذي المكثف الى وجود عيب في دائرة ملفات البدء أو في مفتاح الطرد المركزي . وقد تم اعطاء معلومات مفصلة عن هذه العيوب في الباب الأول .

### المحرك ذو مكثف الحركة المزدوج القيمة

في المحرك ذي المكثفين ، يمكن أن يتلف مكثف السائل الكهربى ويمنع المحرك من البدء . فإذا دار المحرك بصورة مرضية ، بعد ادارته مبدئيا بطريقة ميكانيكية ، يجب استبدال مكثف البدء بوحدة أخرى جديدة ، والتحرى عما اذا كان المحرك يعطى عزم دوران ابتدائي مضبوط . وإذا لم يدر المحرك بصورة مرضية بعد ادارته مبدئيا بطريقة ميكانيكية ، يجب استبدال مكثف الحركة أيضا .

وفي النوع من المحركات التى يستعمل فيها مكثفان فى وعاء واحد ، يكون مكثف السائل الكهربى هو الذى يصبح تالفا فى العادة . ومكثف السائل الكهربى هو الجزء الخارجى فى ائوحدة المزدوجة ، فإذا أصيب يتلف يجب تغيير الوحدة بأكملها ، أو نظرا لأن ذلك يعنى نفقات باهظة ، يحسن

مراعاة للاقتصاد وضع مكثف ذى سائل كهربى آخر على المحرك مكان المكثف القديم .

وتتبع طريقة أخرى للتصليح وذلك بإزالة الوحدة ، ووضع مكثف ذى سائل كهربى عوضا عنها ، تكون سعته مساوية على وجه التقريب لسعة الوحدة المزدوجة . وهذا يحول المحرك من النوع ذى مكثف الحركة المزدوج القيمة الى نوع مكثف البدء ، وهذا التغيير يؤدي الى انخفاض طفيف فى جودة المحرك ، ولكن ليس الى الدرجة التى تؤثر على تشغيله .

إذا كان مكثف الحركة فى محرك ذى مكثفين تالفا ، فإن طريقة اصلاحه تتلخص ببساطة فى فصل مكثف الحركة من الدائرة ، كما هو مبين بشكل ٢ - ٧٢ . ويشغل المحرك بعد ذلك كمحرك مكثف بدء مع انخفاض طفيف فى الجودة ، مع الافتراض بأن باقى أجزاء المحرك فى حالة جيدة .

#### المحرك ذو مكثف - محول مزدوج القيمة

عندما يعجز هذا المحرك عن الدوران يكون الخلل عادة بسبب تلف وحدة المكثف - محول . ويحتمل أن يصاب المكثف أو المحول بانهييار ، مما ينتج عنه انخفاض كبير فى عزم الدوران الابتدائى ، هذا إذا دار المحرك أصلا . وعملية اصلاح المحول تستغرق وقتا طويلا ولا ننصح بها ، وخير من ذلك أن يستبدل المحول بمكثف ذى سائل كهربى كما هو موضح بشكل ٢ - ٧٣ ، ٢ - ٧٤ . وبذلك يصبح لدينا محرك ذو مكثفين ، مزدوج القيمة ، إذا كان المكثف الورقى فى حالة جيدة . وهناك طريقة أخرى للتصليح بأن يرفع كل من المحول والمكثف من الوعاء الحديدى ويوضع بدلها مكثف ذو سائل كهربى تكون سعته مساوية للسعة الفعلية للوحدة . وبهذا ينتج محرك ذو مكثف بدء له عزم الدوران الابتدائى المطلوب . وسوف تكون جودته أقل قليلا ، كما أنه لن يدور بنفس اليسر . وقد يكون من العسير تقدير قيمة السعة ، ولذلك يضطر الكهربى الى عمل الاستبدال بمكثف من المكثفات التى تستخدم عادة فى المحركات التى لها نفس القدرة . ويراقب المحرك بعناية تامة عند تشغيله بالمكثف الجديد ، لمعرفة ما إذا كان عزم الدوران الابتدائى وتيار البدء فى حدودهما المطلوبة .

بعض المحال عندما مجموعة تدريجية حيث يمكن ادخال مكثفات مختلفة السعة فى الدائرة ، ويوصل أكبر متر على التوالى مع الخط حتى يمكن قياس التيار المار ، ويكون مقدار السعة التى تعطى أكبر عزم دوران مع أقل تيار يمر هى عموما التى يجب استخدامها ، ويكون هذا الاختبار بالمجموعة

التدرجية ذا قيمة خاصة عندما يؤتى بمحرك ذى مكثف بدء الى المحل لاصلاحه دون أن يكون به المكثف .

والاعطال الأخرى التى تصاب بها المحركات المزدوجة القيمة تشبه تلك التى تصاب بها محركات الوجه المشطور . وفيما يلي كشف ، يمكن الرجوع اليه ، عن أنواع الخلل المختلفه ، والدلائل التى تبينها . وعلاج هذه الأنواع من الخلل موجود بالباب الأول ، وبهذا الباب .

١ - اذا كان عزم الدوران الابتدائى للمحرك منخفضا ، أو كان المحرك يبدأ دورانه بصعوبة ، فقد يرجع العطل الى أحد الأسباب الآتية :

- ( أ ) تلف المكثف .
- ( ب ) تآكل الكراسى .
- ( ج ) قصور فى الملفات .
- ( د ) تفكك قضبان العضو اندائر .
- ( هـ ) خطأ فى التوصيلات .

٢ - اذا احترق المصهر عند توصيل التيار للمحرك ، ابحث عن :

- ( أ ) ملفات مقصورة .
- ( ب ) مكثف مقصور .
- ( ج ) ملفات مفتوحة .
- ( د ) ملفات متماسة مع الأرض .
- ( هـ ) تعدى الحمل .
- ( و ) كراسى متأكلة الى درجة سيئة .
- ( ز ) عيوب بمفتاح الطرد المركزى .

٣ - عندما يطن المحرك ولا يدور ، تشكك فى :

- ( أ ) تلف بالمكثف .
- ( ب ) فتح فى ملفات البدء أو ملفات الحركة .
- ( ج ) تعدى الحمل .

٤ - تصاعد الدخان من المحرك أثناء دورانه قد يرجع الى :

- ( أ ) ملفات مقصورة .
- ( ب ) عيب فى مفتاح الطرد المركزى يصنعه من فتح دائرة ملفات البدء .
- ( ج ) خلل بالكراسى .
- ( د ) تعدى الحمل .
- ( هـ ) عطل بالمحول الذاتى .

75

## الباب الثالث

### المحركات التنافرية النوع

يمكن تقسيم المحركات التنافرية عموما الى ثلاثة أنواع مختلفة .  
وهذه هي :

- ١ - المحركات التنافرية البدء ، التأثيرية الحركة .
  - ٢ - المحركات التنافرية .
  - ٣ - المحركات التنافرية اثتائية .
- وفيما يلي وصف تفصيلي لكل منها .

ويخلط المبتدىء في الغالب بين هذه الأنواع الثلاثة بسبب تشابه أسمائها : ولكن كلا منها مختلف عن الآخر ، وله خواصه المميزة واستعمالاته الخاصة . وعلى كل حال فانها تشترك جميعها في خاصية واحدة ، وهي أن لها عضوا دائريا يحتوى على ملفات متصلة بعضو توحيد ( او موحد ) . وشكل ١ - ٣ يبين محركا تنافريا - تأثيريا . وتتغذى هذه المحركات عادة من دائرة اضاءة أو دائرة قدرة ذات وجه واحد ، على حسب حجم المحرك .

### التكوين

تتكون جميع المحركات التنافرية من الأجزاء الآتية :

- ١ - عضو ثابت يحتوى على وحدة ملفات تشبه الملفات الرئيسية أو ملفات الحركة في محرك الوجه المشطور . ويحتوى العضو الثابت في بعض المحركات القديمة الصنع على وحدتى ملفات ، سوف نشرح الغرض منها فيما بعد . ويبين شكل ٣ - ٢ عضوا ثابتا لمحرك تنافري - تأثيري .

- ٢ - عضو دائري وهو عبارة عن قلب حديدي به مجار تحتوى على ملفات متصلة بعضو التوحيد . ويشبه العضو الدائر في تكوينه عضو الاستنتاج ( المنتج ) في محرك التيار المستمر ، ولذلك سوف يذكر باسم المنتج أو عضو الاستنتاج . وتكون المجارى عموما مائلة نكبي تعطى نفس عزم الدوران



الابتدائي بصرف النظر عن موضع المنتج ، ولكي تقلل من الطنين المغناطيسى .  
ويبين شكل ٣ - ٣ منتجاً لمحرك تنافري - تأثيري .

يمكن أن يكون الموحد أحـد نوعين : موحد محوري بقضبان موازية للعمود ، أو موحد قطري بقضبان عمودية على العمود .

٣ - غطاءان جانبيان يحملان الكرسيين اللذين يجب أن يدور بينهما محور العضو المنتج .

٤ - فرش مصنوعة من الكربون مركبة في حوامل الفرش . وترتكز الفرش على الموحد ، وتستعمل لنقل التيار الى ملفات المنتج .

٥ - حوامل الفرش ، وهي تركيب اما على الغطاء الجانبي الامامي أو على محور المنتج ، ويتوقف هذا على نوع المحرك .

### المحرك التنافري - البدء ، التأثيري - الحركة

وهو محرك ذو وجه يتراوح في الحجم بين ٣ - من الحصان الى ٢٠ حصاناً على وجه التقريب ، وله عزم دوران ابتدائي مرتفع ومن خواصه أن سرعته ثابتة ، ويستعمل في أجهزة التكييف التجارية ، وفي المكابس والمضخات ، وغيرها من الاستعمالات التي تحتاج الى عزم دوران ابتدائي مرتفع .

ويوجد نوعان مختلفان في التصميم في المحركات التنافرية البدء ، التأثيرية - الحركة . أحدهما ، وهو المعروف بالنوع ذي الفرش المرفوعة ، ترفع فيه الفرش بعيداً عن الموحد عندما يصل المحرك الى ٧٥ في المائة تقريباً من انسرعة الكاملة . وموحد هذا النوع يكون عموماً من النوع القطري ( شكل ٣ - ٤ ) . والنوع الثاني ويسمى بنوع الفرش الراكبة ، ترتكز فيه الفرش على الموحد طوال الوقت ، كما هو مبين بشكل ٣ - ٣ .

وتستعمل طريقة الفرش الراكبة في المحركات الصغيرة فقط تقريباً ، في حين تستعمل طريقة الفرش المرفوعة في كل من المحركات الصغيرة والكبيرة . وبالنسبة لأسس التشغيل الأخرى في كل منهما ، يتشابه هذان النوعان من المحركات .

طريقة تشغيل المحرك التنافري - البدء ، التأثيري - الحركة ، المرفوع الفرش

للمحصول على عزم دوران ابتدائي مرتفع ومعقول في المحرك التنافري ، توضع ملفات على المنتج . وعند تغذية العضو الثابت بتيار من اللخط ،

يتولد فيض مغناطيسى ينتج تيارا بالتأثير فى ملفات عضو الاستنتاج .  
ويكون للأقطاب التى تتولد على العضو الثابت وعلى المنتج نفس القطبية ،  
مما يؤدى الى حدوث عزم دوران تنافرى ، وهو الذى يستمد المحرك  
تسميته منه .

بعد أن يصل المحرك الى ما يقرب من ٧٥ فى المائة من سرعته الكاملة  
تحدث دائرة قصر على قضبان الموحد المتصلة بملفات المنتج بوساطة جهاز  
يعمل بطريقة الطرد المركزى ، وبذلك يعمل المنتج كعضو دائر ذى قفص  
سنبابى ، ويستمر المحرك فى دورانه كمحرك تأثيرى ، تماما كما يفعل محرك  
الوجه المشطور ( انظر الباب الأول ) .

### جهاز القصر المركزى - الطردى ( جهاز الطرد المركزى )

يتكون جهاز الطرد المركزى من بضعة أجزاء موضوعة فى المنتج ، وهى  
موضحة بشكل ٣ - ٥ وتتكون من :

- |                       |                          |
|-----------------------|--------------------------|
| ١ - الأوزان الضابطة . | ٢ - عقد القصر .          |
| ٣ - الحلقة اللولبية . | ٤ - اللولب .             |
| ٥ - القضبان الدافعة . | ٦ - حوامل الفرش والفرش . |
| ٧ - ورد التثبيت .     |                          |

وهذه الأجزاء تظهر وهى مجمعة فى شكل ٣ - ٦ وهو يبين عضوا  
دائرا كاملا مفصل الشكل .

وعندما يصل المنتج الى ٧٥ فى المائة تقريبا من السرعة الكاملة تنقذف  
الأوزان الضابطة الى الخارج فتتحرك القضبان الدافعة الى الامام وتدفع  
الى الامام بدورها الحلقة اللولبية التى تعمل على أن يتماس عقد القصر  
مع قضبان الموحد ويقصرها . وفى نفس الوقت تتحرك حوامل الفرش والفرش  
بعيدا عن الموحد لكى توفر التآكل الذى لا لزوم له فى الفرش والموحد ، وتمنع  
أى ضجة غير مرغوب فيها قد تصدر من الفرش .

- عند تجميع جهاز الطرد المركزى يجب وضع كل جزء فى مكانه المضبوط .
- ويبين شكل ٣ - ٦ الأجزاء بالترتيب الذى يجب أن توضع به فى أمكنتها .
- لاحظ أن حامل الفرش من الأجزاء التى تجمع مع المنتج .

يمكن أن تستعمل بعض المصانع أجزاء تختلف عن الأجزاء الموضحة ،  
ولكنها أساسا تماثلها وتأخذ الأوضاع المناظرة فى المنتج . وبعد أن يتم  
تجميع الجهاز يجب أن تكون حوامل الفرش على مسافة قدرها ٠.٣٠ ر. من  
البوصة من الموحد تقريبا ، وتختلف هذه المسافة على حسب حجم المحرك  
وطريقة صنعه .

فى كثير من المحركات التنافرية - البدء ، التأثيرية - انحرقة يكون تركيب الفرش على الغطاء الجانبى عند التجميع بدلا من على المنتج ، ولكن طريقة التشغيل فى هذا المحرك تشبه من جميع النواحي طريقة تشغيل المحرك الآخر ، وبدلا من حركة حوامل الفرش الى الامام تتحرك اللوالب المضاعطة على الفرش بعيدا عنها ، وهذا يكافئ تحريك لفرش بعيدا عن الموحد . وكما سبق ذكره ، يشتغل جهاز الطرد المركزى بوساطة ضابط ، هو الذى يحرك اقضبان الدافعة الى الامام ويجعل العقد يعمل دائرة قصر على الموحد .

وبدلا من ورد انتشيت ، فقد يستعمل عمود مقلوظ وصامولة لحفظ جهاز الطرد المركزى فى مكانه ، وعند حل هذا الجهاز ، لابد من عد أسنان القلاووظ قبل رفع الصامولة ، حتى يمكن ، عند اعادة تجميع الجهاز ، من عمل الضغط المضبوط على اللولب الضابط . ويبين شكل ٣ - ٧ الترتيب الذى يتم به تجميع هذه الأجزاء .

### المحرك التنافرى - البدء ، التأثيرى - الحركة ، ذو الفرش الراكبة

يستعمل فى هذا المحرك موحد محورى تركيب عليه الفرش ، ويبين شكل ٣ - ٨ مثل هذا الموحد .

يتكون جهاز الطرد المركزى المستعمل عموما فى هذا المحرك من عدد من قطع النحاس ممسكة فى وضعها بلونب دائرى رابط كما هو مبين بشكل ٣ - ٩ ، وتوضع المجموعة فى مكان مقارب للموحد ، وذلك حتى يمكن ، عند سرعة معينة ، أن تتسبب القوة المركزية الطاردة من جعل قطع النحاس تعمل دائرة قصر على قضبان الموحد . وتعود انقطع النحاسية الى وضعها الاصلى بوساطة اللونب الرابط عندما يتوقف المحرك عن الدوران . ويدور المحرك بطريقة المحرك التأثيرى عندما يكون الموحد مقصورا . وهناك أنواع كثيرة من أجهزة القصر تستخدم مع هذا المحرك ، ولكن طريقة عملها أساسا واحدة فيها كلها .

فى نوع المحركات التنافرية - البدء ، التأثيرية - الحركة ذات الفرش الراكبة ، لا يمر أى تيار فى الفرش بعد أن يصل المحرك الى سرعته ، على الرغم من أنها تركيب على الموحد .

يتوقف عدد الفرش الراكبة على الموحد عادة على عدد الاقطاب فى الموحد ، فيحتوى محرك ذو أربعة أقطاب على أربع فرش ( شكل ٣ - ١٠ ) .

وتكفى فرشتان اذا كان المنتج ملفوفا لفا تموجيا ، أو به توصيلات متقاطعة ، كما سيأتى شرحه فيما بعد فى هذا الباب شكل ٣ - ١١ .

### ملفات العضو الثابت والتوصيلات

يحتوى العضو الثابت للمحرك التنافرى - البدء ، التأثيرى - الحركة على وحدة من الملفات تشبه ملفات الحركة فى محرك الوجه المشطور والمحرك ذى المكثف . وملفات كل قطب محور واحد وهى توضع فى المجارى بنفس الطريقة التى تتبع فى حالة محركات الوجه المشطور . ولما كان الملف بالحزمة غير عملى بسبب تعدد الملفات وكبر مقاس السلك المستعمل ، فان طريقتى الملف بانيد وعلى الضبعة هما اللتان تستعملان عموما . ويوضع فى المجارى عازل بمقاس وسمك مناسبين لكى يمنع التماس الأرضى .

### الجهد المزدوج

تصنع معظم المحركات التنافرية - البدء للتشغيل على ١١٠ ، ٢٢٠ فولتا ، بصرف النظر عن عدد الأقطاب وعدد ذبذبات التيار . والطريقة المعتادة فى توصيل المحرك تكون بتوصيل الأقطاب كلها على التوالى عند التشغيل على الجهد العالى ، وتوصيلها فى فرعين على التوازي عند التشغيل على الجهد المنخفض . شكل ٣ - ١٢ يبين عضوا ثابتا ذا أربعة أقطاب موصل للتشغيل على ٢٢٠ فولتا ، وشكل ٣ - ١٣ يبين نفس المحرك موصل للتشغيل على ١١٠ فولت ، وبكل المحركات المزدوجة الجهد أربعة أسلاك تؤخذ الى خارج المحرك لكى تسمح بالتغيير من جهد الى آخر .

بعض المحركات المزدوجة الجهد توصل بفرعين على التوازي عند التشغيل على الجهد المرتفع وأربعة فروع على التوازي عند التشغيل على الجهد المنخفض . وتبين الأشكال ٣ - ١٤ ، ب و ٣ - ١٥ أمثلة على طرق التوصيل هذه .

تلف معظم المحركات التنافرية - انبدء ، التأثيرية - الحركة بأربعة أقطاب وتشغل على سرعة قدرها ١٧٥٠ لفة فى الدقيقة ، وقد يلف بعضها لتشغيلها بستة أو ثمانية أقطاب . ولكى يتعرف الطالب على أنواع التوصيلات المختلفة المستعملة فى هذه المحركات ، أوردنا رسومات توضيحية لمحركات ذات ستة وثمانية أقطاب . يبين شكل ٣ - ١٦ ملفات العضو الثابت لمحرك ذى ستة أقطاب ، ويبين شكل ٣ - ١٧ ملفات محرك ذى ثمانية أقطاب . ويبين كل رسم للأسلاك أربعة أطراف خارج المحرك وهى المرقومة

ت<sub>١</sub> ، ت<sub>٢</sub> ، ت<sub>٣</sub> ، ت<sub>٤</sub> . للتشغيل على ٢٢٠ فولتاً يوصل الطرفان  
ت<sub>٢</sub> ، ت<sub>٣</sub> معا ويلفان بالشريط ، ويوصل طرفا الخط الى ت<sub>١</sub> ، ت<sub>٤</sub> .  
وللتشغيل على ١١٠ فولت يوصل ت<sub>١</sub> ، ت<sub>٣</sub> معا الى طرف الخط ل<sub>١</sub> ،  
ثم يوصل ت<sub>٢</sub> ، ت<sub>٤</sub> معا الى ل<sub>٢</sub> .

## أخذ المعلومات

عندما يصبح من الضروري إعادة لف العضو الثابت بمحرك تنافري  
- البدء ، تأثيرى - الحركة ، يجب العناية بتسجيل المعلومات المناسبة ،  
ومن ضمنها خطوة كل ملف على حدة ، وعدد الملفات ، ومقاس السلك .  
وتسجيل موضع الأقطاب في العضو الثابت يعتبر أمراً بالغ الأهمية ،  
اذ يجب وضع ملفات كل قطب في نفس المجارى التي كانت موجودة بها قبل  
حل الملفات ، فاذا وضعت في مجار أخرى ، فقد لا يدور العضو المنتج ،  
واذا دار فقد لا يولد عزم الدوران المطلوب .

## لوحة معلومات لمحرك تنافري

اسم الصانع

المقدرة بالحصان	الملفات فى الدقيقة	الفولت	الامبير
الذبذبات	النوع	الاطار	طريقة صنعه
درجة الحرارة	اطراز	الرقم المسلسل	الوجه
العضو الدائر	القضبان	المجارى	خطوة الملف
خطوة الطرف	عدد الملفات	عدد الملفات بكل مجرى	مقاس السلك
خطوة التوصيلات المعادلة			
العضو الثابت	الاقطاب	المجارى	مقاس السلك
عدد الدوائر			
رقم المجرى			
الملفات			

ويمكن تحديد مكان الملفات الأصلية بطريقة بسيطة ، بعمل علامة بالذنبه على المجرى أو المجارى المتوسطة لكل قطب انظر شكل ٣ - ١٨ . وفى طريقة أخرى يكون ذلك بعمل رسم تصويرى يبين موضع الاقطاب بالنسبة للاطار . ويحتوى العضو الثابت بكثير من المحركات على مجار مصنوعة بطريقة تجعل من المستحيل ارتكاب أى خطأ أثناء عملية اللف ، ويكون مقطع القلب الحديدى فى هذه المحركات عند منتصف القطب أعرض منه فى الأماكن الأخرى ، ويبين شكل ٣ - ١٩ هذه الطريقة فى الصنع . وتشبه طريقة تسجيل المعلومات عن الملفات الطريقة المستعملة فى الأنواع الأخرى من المحركات ذات الوجه الواحد التى نوقشت حتى الآن . ويبين شكل ٣ - ٢٠ طريقة تسجيل الخطوة لمحرك ذى أربعة أقطاب و ٢٤ مجرى ، وتوجد على صفحة (٧٥) لوحة تسجيل معلومات مثالية .

#### ملفات المنتج فى المحركات التنافرية البدء ، التأثيرية الحركة

سوف يأتى شرح لف المنتج بالتفصيل فى الباب السادس ، وهو عن ملفات المنتج للتيار المستمر . وعلى العموم فان بعض النقاط المهمة فى دراسة المحركات التأثيرية ، مثل التوصيلات المتقاطعة وحلقات التعادل ، سوف تناقش فى هذا الباب . وهذه المسائل لا تختص بالمحركات التنافرية - البدء ، التأثيرية - الحركة وحدها ، وانما تعنى أيضا المحركات التنافرية والتنافرية - التأثيرية .

#### تكوين المنتج

يبين شكل ٣ - ٢١ تفاصيل العضو المنتج . يتكون القلب من رقائق مصنوعة من صفائح صلب مخمر ذى خواص كهربية عالية . وتكون مجارى القلب عموما مائلة لتقليل الطنين ، وللحصول على عزم دوران ابتدائي لا تتوقف قيمته على الأوضاع المختلفة للعضو الدائر . تثبت الموحدات من النوع القطرى على العمود اما بضغطها عليه أو بربطها بالقلاووظ ، على حسب نوع المحرك وطريقة صنعه . وفى العادة يستعمل التثبيت بطريقة الضغط فى المحركات الصغيرة ، ويستعمل الربط بالقلاووظ فى المحركات الكبيرة . وعند استبدال موحد مثبت بطريقة الضغط ، تجب العناية بتوزيع الضغط على العمود ، وذلك منعا لتقوس الموحد ، والا فسوف يستلزم الامر أن نخرط جزءا كبيرا من الموحد على المخرطة ، حتى نحصل على استدارة حقيقة . ويمثل شكلا ٣ - ٢٢ و ٣ - ٢٣ رسمين لهذين الموحدين .

يمكن إعادة عزل بعض الوحدات بعد فك أجزائها ، ولكن معظم الوحدات مصنوعة بطريقة تجعل إعادة عزلها مستحيلة . وهذه الوحدات مجمعة مع أجزاء من البكالييت ، أو مواد أخرى ، قد تتكسر عند تعرضها لحرارة زائدة نتجت بسبب حدوث دوائر قصر . وعندما يستلزم الأمر إعادة لف محرك تنافري - البدء تأثيرى بسبب الاحتراق ، نجد فى الغالب أنه يجب استبدال الموحد أيضا .

### لف المنتج

ملفات المنتج تكون اما انطباقية أو تموجية . شكل ٣ - ٢٤ يبين لفا انطباقيا ، وفيه يوصل الطرف النهائى للملف الى قضيب الموحد المجاور للطرف الابتدائى لنفس الملف .

فى حالة اللف التموجى يوصل الطرف الابتدائى للملف والطرف النهائى له الى ناحيتين متقابلتين من الموحد ، عندما يكون المحرك ذا أربعة أقطاب . وإذا كان المحرك ذا ستة أقطاب ، يوصل الطرف الابتدائى للملف والطرف النهائى له الى قضيبين على الموحد ، يفصلهما عن بعضهما ثلث عدد القضبان تقريبا ، ويفصلهما فى حالة إثمانية الأقطاب ربع عدد القضبان .

قد يكون عدد الملفات مساويا لعدد المجارى ، وفى هذه الحالة يجب أن يكون عدد قضبان الموحد مساويا لعدد المجارى أو الملفات ، ويوصف اللف بأنه ذو ملف واحد لكل مجرى ، ويبين شكلا ٣ - ٢٤ ، ٣ - ٢٥ مثل هذه الملفات . وقد يكون عدد الملفات مساويا لضعف عدد مجارى المنتج ، وفى هذه الحالة يكون عدد قضبان الموحد مساويا لضعف عدد المجارى ، ويوصف هذا النوع من اللف بأنه ذو ملفين لكل مجرى ، وهو شائع الاستعمال فى المحركات الصغيرة ، وهو مبين بشكلى ٣ - ٢٦ و ٣ - ٢٧ ، وعندما يحتوى كل مجرى على ثلاثة ملفات ، يكون عدد قضبان الموحد مساويا لثلاثة أضعاف عدد المجارى ، وهذا يدعى لفا ذا ثلاث ملفات لكل مجرى ، وهو مبين بشكلى ٣ - ٢٨ ، ٣ - ٢٩ .

### طريقة اللف

نفرض أنه يراد عمل لف انطباقى ذو ملفين بكل مجرى ، عندما يكون عدد الأقطاب أربعة ، وعدد المجارى ٢٨ - فى هذه الحالة تكون طريقة لف المنتج كما يلى :

١ - ضع علامة على القلب الحديدي بالذنبه أو بالمبرد عند كل من جانبي أحد الملفات ، وتتبع طرفي هذا الملف ، الى أن تصل الى قضيبى الموحد المتصلين به . ضع علامة على هذين القضيبين أيضا . احسب بالقياس عدد قضبان الموحد التى عن يمين أو عن يسار المجرى الذى يأتى منه طرفا هذا الملف . ويمكن عمل ذلك بمد خيط من منتصف المجرى الى الموحد لتحديد قضيب الموحد الذى يكون على خط مستقيم مع المجرى . ويسجل عدد القضبان التى على اليمين أو على اليسار كما هو مبين بشكل ٣ - ٣٠ .

حل المنتج وسجل كل المعلومات الضرورية ، كالخطوة ، وعدد الملفات ونوع الملف ( انطباقى أو تمويجى ) ، وعدد الملفات فى كل مجرى ( واحد ، اثنان أو ثلاثة ) ، وخطوة الأطراف ، ومقاس انسلك ، الخ .

بعد حل المنتج وأخذ المعلومات اختبر الموحد بحثا عن عيوب فيه ، فإذا كان من النوع القطرى ويلزم استبداله ، فإن الجزء من الموحد ، الذى سوف يستقر فيه جهاز عمل دائرة القصر ، يجب أن يفرغ ويوسع ، لى يتسع للمعد ، ويمكن القيام بذلك على المخرطة بوساطة أداة تفريغ ، اما قبل أو بعد الملف . ويجب بذل عناية كبيرة أثناء ذلك كله ، لان بعض الموحدات تنكسر بسهولة ، اذا لم تعامل بحرص .

قبل وضع العازل الجديد فى المجارى أزل العازل القديم كله ، ويكفى عازل « أرمو » بسمك قدره ٠.١٥ ر . من البوصة عادة فى المحركات التى أقل من ثلاثة أحصنة . ويجب أن يمتد العازل بعد القلب الحديدي على الجانبين ما يقرب من  $\frac{1}{8}$  بوصة . ويمكن قطعه بمقدار صغير تحت مستوى قمة المجرى أو أعلى من المجرى بما يقرب من  $\frac{1}{4}$  بوصة ، ويتوقف هذا على الخبرة الخاصة . وعلى العموم فإن أحسن طريقة تتبع تكون بوضع العازل بنفس المقاس الذى كان فى المحرك أصلا .

٢ - ضع المنتج على حاملين فى الوضع المبين فى شكل ٣ - ٣١ وأبدأ الملف مستعملا سلكين . لمعرفة السلكين أحدهما من الآخر ، فقد يستحسن استعمال بكرة من السلك المقطى بعازل من القطن والمينا ، وبكرة أخرى من السلك المعزول بالفورمفار . وهذا يوفر ضرورة البحث عن طرف كل سلك عند وضعه فى قضيب الموحد . فإذا استعمل سلكان متشابهان فى العازل فيمكن استخدام غلافين مختلفى اللون للتفريق بين طرفيهما ، أو قطع الطرفين بطولين مختلفين .

ضع الطرفين الابتدائيين للسلكين فى فجوتى قضيبى الموحد الصحيحين حسب المعلومات المأخوذة . ويطرق على هذه الأسلاك عادة طرقا خفيفا



بالسنبك للتأكد من استقرارها في الفجوات ، ويجب التأكد من ازالة العازل ازالة تامة من فوق كل سلك قبل وضعه في الفجوة . لف العدد المضبوطة من اللفات ثم اقطع السلك عند أقرب مجرى اليك ، تاركا طولا كافيا في الأطراف للتوصيل الى قضبان الموحد . اثن الأسلاك الى الخلف فوق القلب .

٣ - ابدأ بلف الملفين التاليين في المجريين المفتوحين التاليين ، وضع طرفيهما الابتدائيين في قضيبى الموحد التاليين ، كما هو مبين بشكل ٣ - ٣٢ . لف العدد المضبوط من اللفات ، ثم اقطع السلكين واثنيهما الى الخلف على القلب ، كما فعلت مع الملفين السابقين . وكرر هذه العملية حتى يتم لف المنتج بأجمعه .

٤ - عندما ينتهى لف كل الملفات ، يكون الطرفان النهائيان لكل منهما موضوعين على القلب استعدادا لتوصيلهما الى قضبان الموحد . ضع كل طرف نهائى في فجوة قضيب الموحد المجاور للقضيب الذى به الطرف الابتدائى لنفس الملف ، كما هو مبين بشكل ٣ - ٣٣ . وبذلك يصبح فى كل فجوة طرفان: طرف ابتدائى فى القاع ، وطرف نهائى فوقه . ويوضع خابور فى كل مجرى فوق الأسلاك لكى يحفظها من أن تقذف الى الخارج بفعل القوة المركزية الطاردة عندما يدور المنتج .

إذا كان المنتج ملفوفا بالملف ، أى أنه اذا كانت الملفات تلف على ضبعة ثم توضع فى المنتج ، فإن طريقة وضع الملفات فى المجارى تكون مختلفة قليلا . فعندما يكون المنتج ملفوفا بالملف ، يوضع الجانب السفلى فقط لكل ملف فى المجارى بالنسبة للربع الأول من العدد الكلى للمجارى ، ثم يوضع الملف بعد ذلك بأكمله فى المجارى ، وبعبارة أخرى لا يمكن وضع الجانب العلوى من ملف فى مجرى قبل شغل النصف السفلى من المجرى بجانب ملف آخر .

تأكد من أن الأطراف العلوية موصلة بالترتيب الصحيح لتجنب وجود ملف معكوس . بعد توصيل جميع الأطراف ، أكمل عملية الملف بلحام كل الأطراف ، وعمل الاختبارات اللازمة ، والدهان بالورنيش ، واستكمال استدارة الموحد .

### التوصيلات المعادلة أو المتقاطعة

التوصيلات المتقاطعة عبارة عن أطوال من السلك المعزول متصل بين قضبان الموحد التى لها نفس الجهد . وفى محرك ذى أربعة أقطاب تكون

الزاوية بين قضبان الموحد هذه ١٨٠ درجة ميكانيكية ، وفى محرك ذى ستة أقطاب توصل القضبان التى يفصلها عن بعضها ١٢٠ درجة . وتوضع هذه التوصيلات عادة خلف قضبان الموحد ويجب عمالها من سلك له نفس مقاس سلك ملفات المنتج . ويستعمل مع الموحد الجديد فى الغالب اتوصيلات المتقاطعة الموجودة على الموحد القديم .

يستعمل مع المنتج الملفوف لفا انطباقيا فى المحركات التنافرية ، توصيلات متقاطعة فى أغلب الأحوال تقريبا . وبذلك تقل التيارات المحلية بين العضو الثابت والمنتج التنى تنشأ عن عدم تساوى الفتحة الهوائية بينهما .

وهذه التيارات تنتج عندما يتآكل أحد الكراسى فيصبح الجانب السفلى من المنتج أقرب الى العضو الثابت من الجانب العلوى . وبالإضافة الى ذلك يصبح استعمال فرشتين فى محرك ذى أربعة أقطاب ، بدلا من أربع فرش ، جائزا . وفى بعض الأحيان تقفل التوصيلات المتقاطعة دائرة المنتج .

لتحديد القضبان التى توضع فيها موصلات متقاطعة يجب معرفة عدد القضبان وعدد الأقطاب ، وما اذا كان الموحد بأكمله سيوصل تقاطعيا ، أو سيوصل نصفه تقاطعيا . ويكون الموحد موصلا بأكمله تقاطعيا اذا كانت كل قضبانه تحتوى على أسلاك معادلة .

ولمعرفة عدد القضبان الواقعة فى المسافة بين طرفى كل توصيلة متقاطعة تستعمل المعادلة الآتية :

$$\frac{\text{عدد القضبان}}{\text{عدد أزواج الأقطاب}} = \text{عدد القضبان المحتواة}$$

وعلى سبيل المثال ، اذا كان الموحد يحتوى على ٥٠ قضيبا وكان عدد الأقطاب أربعة يكون :

$$\frac{50}{4} = 12.5 = \text{عدد القضبان المحتواة} = 25 \text{ قضيبا} .$$

ولكى نعبر ٢٥ قضيبا تكون التوصيلة المتقاطعة الأولى بين القضيبين ٢٦ و ١ وتكون التوصيلة الثانية بين ٢٧ و ٢ وهكذا . واذا كان المحرك ذا ستة أقطاب وعدد قضبان الموحد ٨١ تكون قفزة التعادل هى  $\frac{81}{6} = 13.5$  قضيبا ، وتعمل توصيلات تقاطعية بين القضيبين ١ و ٢٨ ، وبين ٢ و ٢٩ ، وبين ٣ و ٣٠ ، وهكذا . تبين الأشكال من ٣ - ٣٤ الى ٣ - ٣٦ التوصيلات المتقاطعة لموحد ذى ٣٦ قضيبا فى حالات أربعة وستة وثمانية أقطاب .

فى حالة الملف الانطباقى بدون توصيلات متقاطعة يصبح من اللازم استعمال عدد من الفرش مساو لعدد الأقطاب ، وفى الموحدات الموصلة تقاطعيا يلزم استعمال فرشتين فقط ، وعلى الرغم من ذلك فقد يستعمل أكثر من فرشتين .

عند اختبار منتج موصل تقاطعيا على الزوام للكشف عن دوائر قصر يهتز سلاح المنشار اليدوى فى كل الاوضاع على محيط المنتج بأكمله ، مشيراً الى وجود دائرة قصر . ولكن هذا ليس حقيقيا ، ولمعرفة ما اذا كان المنتج مقصورا أم لا ، يلزم عمل اختبار بأميير متر للقياس . وتوجد طريقة أخرى مشروحة على صفحة (٨٨) لاختبار المنتج ، ومعرفة ما اذا كان مقصورا .

### اعادة لف منتج ذى لف تموجى

تشبه طريقة الملف لمنتج ذى لف تموجى تلك التى استعملت لمنتج ذى لف انطباقى ، الا فيما يختص بموضع الأطراف فى الموحد . شكل ٣ - ٢٧ يبين موحد المنتج ذى ٣٣ مجرى وأربعة أقطاب ، وعدد قضبان ٤٥ . يوجد ملفان بكل مجرى ، ويراد عمل الملفات من النوع التاموجى المتقهقر . وتكون طريقة لف هذا المحرك كما يأتى :

١ - سجل كل المعلومات اللازمة ، مع العناية بملاحظة خطوة الموحد . والمعادلة التى تحسب منها خطوة الموحد فى الملف التاموجى المتقهقر هى :

$$\text{خطوة الموحد} = \frac{\text{عدد القضبان} - ١}{\text{عدد أزواج الأقطاب}} = \frac{٤٥ - ١}{٢} = ٢٢ \text{ أو } (١ \text{ و } ٢٣)$$

يجب أن يكون عدد قضبان الموحد فرديا مع أى منتج ذى لف تموجى وأربعة أقطاب ، فاذا كان عدد القضبان زوجيا يجب قصر اثنين منها .

حيث أن عدد الملفات بالمجرى اثنان ، يكون عدد الملفات فى المنتج هو  $٢ \times ٢٣$  أو ٤٦ ملفا . وعلى العموم لا يمكن توصيل سوى ٤٥ ملفا الى ال ٤٥ قضيبا على الموحد ، وعلى هذا يصبح ملف واحد غير موصل فى دائرة المنتج ، وعلى الرغم من ذلك يجب بقاء هذا الملف على المنتج ، نكى يحفظ توازنه الميكانيكى ( انظر شكل ٣ - ٢٨ ) .

فى كل المنتجات التاموجية الملف ، بملفين لكل مجرى ، ذات الأربعة الأقطاب ، يكون من اللازم اضافة ملف على شكل طرف قافر عندما يكون عدد القضبان يزيد واحدا عن عدد الملفات . وعلى سبيل المثال اذا كان بالمنتج ٢٢ مجرى بدلا من ٢٣ أمكن لف ٤٤ ملفا فقط على المنتج ، ولما كان

العدد اللازم هو ٤٥ ، أصبح من الواجب وضع ملف زيادة على المنتج ، وذلك بتوصيل فافزبين بين قضيبى الموحد اللذين كان من المفروض توصيل الملف الخامس والأربعين بينهما . شكل ٣ - ٣٩ يبين توصيل مثل هذا الطرف القافز .

٢ - ابدأ لف المنتج لفا يدويا بسلكين ، وضع الاطراف السفلى فى القضبان المضبوطة حسب المعلومات . توضع الاطراف بعيدا عن محور الملف ، كما هو مبين بشكل ٣ - ٤٠ ، وهذا هو المنبع دائما فى حالة المنتجات الملفوفة لفا تموجيا .

لف العدد المضبوط من الملفات فى كل ملف ، ثم اقطع السلكين ، أحدهما قصير والآخر طويل ، للتمييز بينهما ، واثنهما الى الخلف على القلب . وإذا كان المنتج ملفوفا بالملف ، ضع غلافنا ملونا على كل طرف ، قبل وضعه فى مجارى المنتج .

٣ - صل الطرفين الابتدائيين الى قضيبى الموحد ، ثم لف الملفين التاليين ، كما يظهر فى شكل ٣ - ٤١ . وإذا كان المنتج ملفوفا بالملف ، يوضع الملف فى المجارى قبل توصيل الطرف الابتدائي الى قضيب الموحد .

٤ - بعد لف الملفات توضع الاطراف النهائية فى قضبان الموحد فوق الاطراف الابتدائية ، كما ظهر فى شكل ٣ - ٤٢ . ويختبر أول طرف علوى عادة للتأكد من أنه موضوع فى قضيب الموحد الصحيح ، وتوضح الاطراف الأخرى كلها بانتتابع ، حيث أن كلا منها مميز ، اما بطوله ، أو ببلونه . ومن الضروري استخدام الخطوة المضبوطة للموحد ، والا فقد لا يشتمل المنتج . وفى هذا الملف التمويجي يفترق الطرفان العلوى والسفلى بعيدا عن بعضهما ، فى حين يتجه الطرفان فى الملف الانطباقى نحو بعضهما .

٥ - بعد ذلك تتبع نفس الطريقة المعطاة فى انباف السادس والخاصة بمنتجات التيار المستمر . ويمكن اختبار المنتج على الزوام للتحسرى عن دوائر انقصر ، كما هو موصوف على صفحة ( ١٨٦ ) .

### عكس اتجاه الدوران فى المحرك التنافرى - البدء ، التأثيرى - الحركة

إذا وضع ملف مقفل من السلك فى مجال قطب مغناطيسى ، وفى نفس مستواه ، وكان التيار المغذى للملف القطب متغيرا ، فان الملف المقفل سوف يتحرك حتى يصبح فى وضع عمودى على مستوى مجال القطب المغناطيسى ، كما هو مبين بشكل ٣ - ٤٣ . لكى يحدث هذا يجب وضع الملف فى اتجاه مائل قليلا عن الوضع المذكور ، والا فسوف يؤثر عليه عزم الدوران فى اتجاه عقربى الساعة وفى عكس اتجاه عقربى الساعة ، مما يؤدى الى عدم دوران

الملف على الاطلاق . ويتسبب التيار الناتج فى الملف بالتأثير فى تكوين قطب مغناطيسى مشابه فى قطبيته للقطب الاصلى ، ونتيجة لذلك يتنافر القطبان معا حتى يأخذ القابل للحركة منهما وضعاً أفقياً .

شكل ٣ - ٤٤ يبين المنتج فى محرك تنافرى ، وقد استبدل به الملف المقفل . اذا قصرنا الدائرة بين فرشتى المحرك ذى القطبين ، كما هو مبين بالخط الثقيل فى شكل ٣ - ٤٤ ، يتكون من ملفات المنتج دائرتان متساويتان ، ويصبح كما لو كان هناك ملفان مقفلان فى مستوى رأسى ، ولا تحدث حركة لأن عزم الدوران متساو فى الاتجاهين .

اذا نقلت الفرشتان الى اليمين أو الى اليسار ( كما هو مبين بالخطوط المتقطعة ) يدور المنتج بنفس الطريقة التى حدثت مع الملف المقفل . اذا نقلت الفرشتان فى عكس اتجاه عقربى الساعة ، يدور المنتج فى هذا الاتجاه ، وعلى ذلك فان عكس اتجاه دوران المحرك التنافرى يكون بنقل الفرش . ويوجد فى العادة علامتان على الغطاء الخارجى تناظر كل منهما اتجاهها للدوران ، كما هو مبين بشكل ٣ - ٤٥ . ولعكس اتجاه دوران المحرك ، يفك مسمار محوى على ذراع حامل الفرش وينقل حامل الفرش فى حذاء أى من العلامتين . ويجب ربط المسمار قبل ادارة المحرك . وهذه الطريقة فى عكس اتجاه الدوران تستخدم فى نوعى المحركات ، ذات الفرش الراكبة ، ودات الفرش المرفوعة .

### حوامل الفرش الثابتة :

كثيراً من المحركات ، وبخاصة ذات الفرش الراكبة ، تحتوى على فرش غير قابلة للحركة ، اذ قد تكون الفرشة مصبوبة كجزء من الغطاء الجانبي ، ولا يمكن لذلك تحريكها . وتصنع بعض هذه المحركات بحيث يكون وضع أقطاب المجال غير منطبق مع المجاور ، فاذا عكس وضع اطار الاقطاب بأكمله ، يحدث نفس التأثير الناتج من نقل الفرش . تزود بعض المحركات بشقوب اضافية للمسامير فى العضو الثابت لكى يصبح فى الامكان تحريكه . ولعكس اتجاه دوران مثل هذا المحرك ، يرفع الغطاءان الجانبيان ، ويعكس وضع الاطار من ناحية الى الناحية المقابلة ، ثم يعاد تجميع المحرك . ويبين شكل ٣ - ٤٦ و ٣ - ٤٧ الوضعين المذكورين .

### حوامل فرش كادتريدج :

فى نوع آخر من المحركات يوجد حاملان للفرش فى وضع غير محورى ، ويمكن تحريكهما كل على حدة . ولعكس اتجاه دوران مثل هذا المحرك ،

يحرك كل حامل للفرش ١٨٠ درجة ميكانيكية . وفى بعض المحركات يرفع حامل الفرش من مكانه ، ثم يعاد وضعه بعد نقله مسافة قدرها ١٨٠ درجة ميكانيكية . وفى محركات أخرى يفك مسمار ضابط مقلووظ صغير ، ويلف حامل الفرش باستعمال مفك قلاووظ ، ويبين شكلا ٣ - ٤٨ و ٣ - ٤٩ هذا النوع من حوامل الفرش . ويوجد على انطاكية عادة سهم يبين اتجاه الدوران . بإدارة حوامل الفرش غير المحورية تنتقل الفرش الى وضع جديد على الموحد وينتج انعكاس فى اتجاه الدوران .

تصنع بعض المحركات لكى تدور فى اتجاه واحد فقط وفى هذا النوع من المحركات لا يمكن نقل حوامل الفرش من مكانها ، ولا يمكن تحريك العضو الثابت . توجد طريقة جيدة لعكس اتجاه الدوران فى مثل هذه المحركات ، وتكون بحل اللحام من أطراف الاسلاك على الموحد ونقل الاطراف مسافة تقدر بعدة قضبان ، ولكن هذا لا يمكن عمله دائما . وفى طريقة أخرى يعاد لف العضو الثابت بحيث ينتقل محور كل قطب مسافة تقدر بمجرى واحد على الاقل من موضعه الاصلى .

تغير نوع اللف من متقهقر الى متقدم لا ينتج عنه فى العادة عكس اتجاه دوران المحرك ، كما يحدث مع منتج التيار المستمر . وعلى كل حال ينتج انعكاس اتجاه الدوران فى بعض المحركات .

### تحديد نقطة التعادل :

إذا أردنا وضع علامتين جديدتين على الغطاء الجانبى لتعيين الدوران فى اتجاه عقربى الساعة ، وفى عكس اتجاه عقربى الساعة ، يجب أن نبدأ أولا بتحديد نقطة التعادل ، أو موضع التعادل للفرش . وعند هذا الوضع سوف لا يدور المحرك فى أى الاتجاهين . فى المحركات التنافرية - البدء ، التأثيرية - الحركة العادية ، نعثر على نقطتى تعادل : احدهما يكون عندها الموضع الصحيح ، وتمثل الثانية موضعا خطأ للفرش . ولنعرف النقطة الصحيحة فيهما ، حرك الفرش الى نقطة لا يدور عندها المحرك فى أى الاتجاهين ، ثم انقل حامل الفرش قليلا الى يمين هذه النقطة ، ويجب أن يدور المحرك حينئذ فى اتجاه عقربى الساعة . بعد ذلك انقل حامل الفرش الى الشمال من نقطة التعادل ، ويجب أن يدور المحرك حينئذ فى عكس اتجاه عقربى الساعة . إذا كانت نقطة التعادل المستعملة هى النقطة الخطأ ، فإن نقل حامل الفرش الى اليمين سوف ينتج دورانا فى عكس اتجاه عقربى الساعة .

## المحرك التنافري

يختلف هذا المحرك عن المحرك التنافري - البدء ، التأثيرى - الحركة فى أنه يصنع بلا استثناء من النوع ذى الفرش الراكبة ، وليس به أى جهاز يعمل بالقوة المركزية الطاردة . وهذا المحرك يبدأ حركته ثم يدور على أساس التنافر . وهو مثل محرك التوالى للتيار المستمر نه عزم دوران ابتدائى مرتفع وخاصة تغير السرعة ، ويعكس اتجاه دوارانه بنقل حامل الفرش الى أى الناحيتين من وضع التعادل ، كما تقلل سرعته بتحريك حامل الفرش على مسافة بعيدة من وضع التعادل . ويطلق على هذا المحرك فى بعض الاحيان محرك توالى - تأثيرى .

يشبه العضو الثابت فى المحرك التنافري نظيره فى المحرك التنافري - البدء ، التأثيرى - الحركة ، كما أن أقطاب العضو الثابت توصل بطريقة واحدة فى المحركين . ويلف العضو الثابت عموما لاربعة ، ستة ، أو ثمانية أقطاب ، وتمتد أربعة أطراف الى خارج المحرك عادة للتشغيل على جهد مزدوج .

يتكون العضو الدائر من منتج مصنوع بنفس طريقة صنع منتجات التيار المستمر . وهو يصنع من الرقائق ، وتكون مجاربه عموما مائلة . وقد يكون ملف فيه باليد أو بملفات ملفوفة ، كما أنه قد يكون تموجيا أو انطباعيا . والموحد من النوع المحورى وتركب الفرش عليه دائما . وتوصل الفرش كلها معا كما يحدث فى المحرك التنافري - البدء . شكل ٢ - ٥٠ يبين رسما لمحرك تنافري ذى أربعة أقطاب .

### ملفات التعويض :

يستعمل فى بعض المحركات التنافرية ملفات اضافية يطلق عليها ملفات التعويض ، ويكون الغرض منها رفع معامل القدرة ، وتحسين طريقة تنظيم السرعة . وملفات التعويض أصغر بكثير من الملفات الرئيسية ، وتلف عادة فى المجارى الداخلية لكل قطب ثم توصل على التوالى مع المنتج . شكل ٣ - ٥١ يبين ملفات التعويض وتوصيلها الى الفرش ، ويستلزم الامر استعمال أربع فرش ، اثنتان منها توصل معا ، والاثنان الاخرى توصلان على التوالى مع ملفات التعويض . والمحرك المرسوم يمكن توصيله للتشغيل على جهد مزدوج . ولعكس اتجاه دوران هذا المحرك يجب عكس أطراف ملفات التعويض ، كما يجب نقل حامل الفرش . وشكل ٣ - ٥٢ يبين رسما مثاليا

لعرض المعلومات عن محرك من هذا النوع يحتوى على ٣٦ مجرى وذى ستة أقطاب .

### المحرك التنافرى - التأثيرى

من المستحيل فى بعض الاحيان أن نفرق بين المحرك التنافرى - التأثيرى والمحرك التنافرى من المظهر الخارجى لكليهما . وعلى العموم فان المحرك التنافرى - التأثيرى يحتوى على ملفات قفص سنجاى على المنتج بالإضافة الى الملفات العادية ، وتوضع ملفات القفص السنجاى تحت المجارى فى المنتج ، كما هو مبين بشكل ٣ - ٥٣ . ويلف المنتج عادة لفا انطباقيا . ويستعمل معه توصيلات متقاطعة .

لمعرفة ما اذا كان المحرك تنافرىا ، أو تنافرىا - تأثيرىا ، وصله الى الخط ، ودعه يبلخ سرعته الكاملة ، ثم ارفع جميع الفرش بحيث تصبح غير متماسة على الاطلاق مع الموحد ، فاذا استمر المحرك يدور بسرعه الكاملة ، فهو محرك تنافرى - تأثيرى .

تصنع المحركات التنافرية - التأثيرية بأحجام تصل الى ١٠ أحصنة تقريبا ، وهى من النوع المزدوج الجهد ، ويمكن استعمالها فى الاشغال ذات الاغراض العامة . شكل ٣ - ٥٤ يبين توصيلات هذا المحرك للتشغيل على ٢٢٠ فولتا . وقد يصبح هذا النوع شائع الاستعمال فى مجال المحركات التنافرية نظرا لما له من خواص جيدة تناسب معظم الاغراض ، وهى خواص مكن مقارنتها بتلك التى يمتلكها المحرك المركب للتيار المستمر .

تنحصر ميزة هذا المحرك فى عدم استعمال أى جهاز قضريعمل بالقوة المركزية الطاردة معه . وهو يمتلك عزم دوران ابتدائى مرتفع ، ونتيجة لوجود ملفات القفص السنجاى ، فان الانخفاض فى السرعة يكون ثابتا الى حد كبير ، وتصنع هذه المحركات أيضا بملفات تعويض لرفع معامل قدرة دائرة المحرك . يبين شكل ٣ - ٥٥ رسما لمحرك تنافرى - تأثيرى بملفات تعويض ، موصل للتشغيل على ١١٠ فوتم .

### تحديد الخلل وإصلاحه

#### الاختبار

تختبر المحركات التنافرية ، شأنها فى ذلك شأن باقى المحركات ، للمجرى عن نقطة التماس ، دوائر القصر ، الفتحات ، والتوصيلات المعكوسة . ويجب اختبار كل من العضو الثابت والمنتج على حد سواء .



### اختبار التماس الأرضي :

الطريقة المعتادة في اختبار العضو الثابت للتحري عن نقط تماس أرضية تكون باستعمال مصباح اختبار . وصل أحد سلكي دائرة الاختبار مع الاطار ، والسلك الثاني مع طرف ملفات العضو الثابت ، فاذا أضاء المصباح دل ذلك على وجود تماس أرضي . وطريقة تحديد مكان التماس واصلاحه هي نفسها التي شرحت في حالاتي محركات الوجه المشطور والمحركات ذات المكثف .

ويختبر الموحد وملفات المنتج بحثا عن تماس أرضي بنفس الطريقة تماما . ولما كانت حوامل الفرش في بعض المحركات متصلة بالأرض عن طريق الغطاء الجانبي ، يجب قبل اختبار المنتج للتماس الأرضي رفع الفرش بعيدا عن الموحد . اذا ظهر وجود تماس أرضي في المنتج ، أجر اختبارا لتحديد مكانه بطريقة القياس كما هو موصوف في الباب السادس . واذا وصلنا جهدا قيمته تقرب من ١٠٠٠ فولت بين الملفات والأرض ، فقد تحدث شرارة عند نقطة التماس مع الأرض مبينة مكانها .

### اختبار تحديد دوائر القصر :

يختبر العضو الثابت بحثا عن دوائر القصر باستعمال زوام داخلي أو بقياس مقدار سقوط الجهد على كل قطب ، أو بقياس مقاومة ملفات كل قطب ، أو بتحسس أسخن ملف بعد تشغيل المحرك وقتا قصيرا . ويمكن استكشاف الملف المقصور أيضا بتمرير تيار مستمر في الملفات وقياس قوة مجال كل قطب بقطعة من الحديد ، ويكون القطب المقصور هو الذي يبذل أقل شد أو جذب عليها . واذا احترق ملف أو تفحم فان الفحص بالنظر فقط سوف يكشف عن مكانه .

يختبر العضو المنتج بحثا عن دوائر القصر بوساطة مللي فولتمتر ، أو يمكن اختباره على جهاز زوام ، اذا كان المنتج ذا لف تموجي . وتجب مراعاة أن المنتجات ذات اللف الانطباقي ، والتي تحتوى على توصيلات متقاطعة ، لا يمكن اختبارها على جهاز الزوام . والملفات المقصورة تنتج قراءة منخفضة على المللي فولتمتر ، واذا اختبرت على الزوام تسبب اهتزاز في سلاح منشار يدوي . وهذا كله مشروح في الباب السادس .

يبين شكل ٣ - ٥٦ رسما لطريقة مرضية جدا تتبع في اختبار دائرة القصر في منتج المحرك المتنافرى . ارفع الفرش أو امنع اتصالها بالموحد . وصل المحرك على خط التغذية . لن يدور المحرك والفرش مرفوعة . أدر المنتج باليد ، فاذا كان هناك ملف مقصور عليه فسوف يظهر ميلا للثبات عند نقط معينة ، والا فان المنتج سوف يدور بسهولة وحرية . هذا الاختبار يصح عمله في حالة ما اذا كانت الكراسي في حالة جيدة .

اختبار الفتحات والتوصيلات المعكوسة : تختبر ملفات العضو الثابت للمحرك التنافري للفتحات والتوصيلات المعكوسة كما سبق وصفه فى البابى السابقين ، ويختبر المنتج لمثل هذا الخلل بالطريقة المشروحة فى الباب السادس .

**التوصيلات :** يختص هذا الجزء بكل الانواع الثلاثة للمحركات التنافرية . وفيما يلى علامات الخلل التى تظهر على هذه المحركات فى الحياة العملية ، ومع كل منها قائمة الاحتمالات المختلفة لحقيقة نوع الخلل . ويشير العدد الموضوع بين قوسين بعد كسل خلل الى رقم العلاج المناسب له ، حتى قائمة طرق العلاج الموجودة فى الصفحات التالية .

حيث ان المحرك التنافري - البدء ، التأثيرى - الحركة هو الوحيد الذى يحتوى على جهاز قصر يعمل بالقوة المركزية الطاردة ، فسوف يشار الى هذا النوع فقط عند ذكر مفتاح الطرد المركزى .

١ - اذا عجز المحرك عن البدء فى الدوران عند قفل المفتاح ، فقد يكون الخلل :

- ( ا ) احتراق المصهر .
- ( ب ) تآكل الكراسى (١) .
- ( ج ) التصاق الفرش بالحامل (٩) .
- ( د ) تآكل الفرش (٩) .
- ( هـ ) فتح فى دائرة العضو الثابت أو المنتج (٢) .
- ( و ) خطأ فى وضع حامل الفرش (٥) .
- ( ز ) قصور فى دائرة المنتج (٣) .
- ( ح ) قذارة الموحد (٩) ، (١٢) ، (١٧) .
- ( ط ) خطأ فى توصيل الاطراف (٦) .
- ( ي ) العقد يعمل قصرا على المنتج (١١) .

٢ - اذا لم يبدأ المحرك دورانه على مايرام ، فقد يكون الخلل :

- ( ا ) تآكل الكراسى (١) .
- ( ب ) اتساخ العقد أو الموحد (٩) ، (١٢) .
- ( ج ) رفع الفرش من فوق الموحد قبل الاوان المناسب ( ١٠ ) .
- ( د ) جهاز الطرد المركزى مجمع بطريقة غير صحيحة (١٤) .

- (هـ) خطأ فى وضع حامل الفرش (٥) .
- (و) جهاز القصر متآكل ، مكسور ، أو مجمع بطريقة غير صحيحة (١٤)
- (ز) الأوزان الضابطة غير حرة الحركة (١٥) .
- (ح) مقدار الشد فى اللولب غير مضبوط (١٦) .
- (ط) قصور فى دائرة المنتج (٣) .
- (ى) حركة محورية زائدة (٨) .
- (ك) تعدى الحمل (٧) .
- (ل) قصور فى دائرة العضو الثابت (٤) .
- (م) تأكل فى شفة حامل الفرش (١٨) .

٣ - إذا أصبح المحرك ساخنا بصورة زائدة ، فقد يكون الخلل :

( 1 ) المحرك موصل للتشغيل على ١١٠ فولت ، ولكنه يشتغل على ٢٢٠ فولت .

- (ب) قصور فى دائرة العضو الثابت أو المنتج (٣) ، (٤) .
- (ج) تعدى الحمل (٧) .
- (ج) تأكل الكراسى (١) .
- (هـ) كسر أو احتراق العقد (١٢) ، (١٣) .
- (و) خطأ فى وضع حامل الفرش (٥) .

٤ - إذا كان تشغيل المحرك مصحوبا بضجة ، فقد يكون سبب ذلك :

- ( أ ) تأكل الكراسى أو المحور (١) .
- (ب) جهاز الطرد المركزى غير مثبت جيدا (١٤) .
- (ج) ملف مقصور بالعضو الثابت (٤) .
- (د) حركة محورية زائدة (٨) .
- (هـ) اتساخ جهاز القصر (١٢) .

٥ - إذا تسبب المحرك فى جرق المصهر ، فقد يكون السبب فى الخلل :

- ( أ ) تماس أرضى فى ملفات الاقطاب (١٩) .
- (ب) توصيلات غير صحيحة (٦) .
- (ج) الفرش غير متلامسة مع الموحد (٩) .
- (د) قصور فى دائرة المنتج (٣) .
- (هـ) موضع الفرش غير صحيح (٥) .
- (و) تجمد الكراسى .

٦ - إذا صدر عن المحرك طنين دون أن يدور ، فقد يكون الخلل :

- ( أ ) خطأ في توصيلات الاطراف (٦) .
- (ب) تآكل انكراسى (١) .
- (ج) موضع الفرش غير صحيح (٥) .
- (د) قصور فى دائرة المنتج (٣) .
- (هـ) قصر فى دائرة العضو الثابت (٤) .
- (ز) التصاق الفرش أو عدم تلامسها مع الموحد (٩) .
- (ح) اتساخ الموحد (٩) ، (١٢) .

٧ - إذا لم يصل المحرك الى سرعته المعتادة ، فقد يكون الخلل :

- ( أ ) خطأ فى قوة ضغط اللولب على الفرش (١٠) ، (١٦) .
- (ب) اتساخ أو احتراق انعقد (١٢) .
- (ج) اتساخ الموحد (٩) .
- (د) قصر فى دائرة المنتج (٣) .
- (هـ) قصر فى أحد ملفات العضو الثابت (٤) .
- (و) تآكل انكراسى (١) .
- (ز) انقضبان الدافعة أطول من اللازم (١٠) .

٨ - إذا حدثت شرارة بداخل المحرك ، فقد يكون الخلل :

- ( أ ) فتح فى ملفات المنتج (٢) .
- (ب) اتساخ الموحد (٩) .
- (ج) ارتفاع سطح الميكى عن سطح الموحد (٢٠) .
- (د) التصاق الفرش أو قصر طولها (٩) .

١ - تآكل انكراسى : إذا كان انكراسيان متآكلين لدرجة تجعل العضو الدائر يلمس العضو الثابت ، فان المحرك سوف يصدر طنيناً عند قفل المفتاح ، وسوف يكون احتمال دوران المنتج ضئيلاً فقط . اختبار المحرك ، بدون توصيل الجهد اليه ، محاولاً تحريك العمود رأسياً ، فإذا تحرك معك ، فان هذا يعنى أن الكراسى متآكلة . والعلاج فى هذه الحالة يكون بوضع كراسى جديدة . وعندما تكون الكراسى فى مثل هذه الحالة يتكون على سطح قلب المنتج أجزاء متآكلة وناعمة ، مما يعنى أنها تحتك بالعضو الثابت .

وإذا كانت الكراسى متأكلة قليلا ، يصدر عن المحرك أثناء دورانه ضجة ويسخن ، وفي بعض الأحيان يدور أبطأ من سرعته المعتادة .

٢ - فتح فى دائرة المنتج أو العضو الثابت : لتحديد مكان الفتح استعمل مصباح الاختبار وتصرف بالطريقة المشروحة فى الباب الاول ، محركات الوجه المشطور . بعد تحديد مكان الفتح ، أصلح أو أعد اللف على حسب ما يقتضيه الحال .

عند عمل اختبار الفتح على العضو الثابت فى المحرك التنافرى . يجب التأكد من أجسراء الاختبار على دائرتين ، وذلك لأن كل المحركات التنافرية مزدوجة الجهد تقريبا ، وتخرج منها أربعة أطراف ، اثنان لكل مجموعة من الاقطاب .

تختبر الفتح فى المنتج وتحدد بوساطة جهاز قياس ، كما هى الحال مع منتجات التار المستمر . ووجود بقعة محترقة على الموحد سوف يؤدى الى تحديد مكان الملف المفتوح . ويكون العلاج باصلاح الفتح ، وذلك بإعادة توصيل السلك المكسور أو ، اذا لم يسهل الوصول الى مكان الكسر ، بإعادة لف الملف أو المنتج بأجمعه .

٣ - قصر فى دائرة المنتج : اذا كانت معظم ملفات المنتج مقصورة ، فسوف يقوم المحرك بمحاولة ضئيلة للدوران ، ثم يصدر طيننا ويظل ساكنا . أما اذا كان هناك ملف أو ملفان مقصوران فقط ، فان المحرك سوف يدور ، ولكن عزم دورانه الابتدائى سوف يكون ضعيفا . وسوف يسخن الملف المقصور عند البدء ، ثم يتصاعد منه الدخان لو طالت فترة دوران المحرك .

وتوجد طريقة جيدة لاختبار المنتج من ناحية الملفات المقصورة ، وتكون برفع الفرش وإدارة المنتج أثناء مرور التيار فى العضو الثابت . فإذا دار المحرك بحرية ، وبدون محاولة الثبات عند بعض النقاط ، يكون فى حالة جيدة . ويكشف الفحص بالنظر لملفات المنتج عادة عن مكان الملفات المقصورة فى المحرك التنافرى . وقد يكون المنتج عموما محترقا احتراقا تاما ومتفحما ، بحيث تكون رائحة العازل المحروق واضحة .

ان قطع بعض الملفات وتغيرها فى المحرك التنافرى لا يعتبر تصرفا حكيما ، وانما يجب إعادة لف المنتج بأكمله ، لو ثبت وجود ملف أو بعض الملفات مقصورة . وقبل إعادة لف المنتج ، يجب التأكد من أن الموحد على ما يرام .

٤ - قصر في دائرة العضو الثابت : ان حدوث قصر في ملفات العضو الثابت سوف يتسبب في أن يدور المحرك ببطء عن سرعته المعتادة ، وصدور ضجيج عنه . وبالإضافة الى ذلك فان الملفات المقصورة سوف تسخن ويتصاعد منها الدخان . وفي بعض الاحيان لا يصل المحرك الى السرعة اللازمة لتشغيل جهاز الطرد المركزي ، مما يؤدي الى جعل المحرك يسحب تيارا زائدا ويحرق المصهر . اختبر المحرك لمثل هذه الحالة بالزوام الداخلي .

٥ - خطأ في موضع حامل الفرش : لكي يدور المحرك التنافري ، يجب وضع حامل الفرش في موضع محدد . فاذا تحرك الحامل من هذا الموضع ، فان عزم الدوران الابتدائي للمحرك سوف يكون ضعيفا ، أو قد لا يدور . راجع على الاطلاق ، متسببا في حرق المصهر . وسوف تحدث هذه الحالة عندما ينحل المسار المحوى انضابط الذي يمسك الفرشة ويقيدها في مكانها ، فيسمح للحامل بالانتقال .

وتقع حالة مشابهة عندما يعاد تف المنتج ، ولا توضع الاطراف في قضبان الموحد المضبوطة . فاذا وضعت الاطراف بعيدة عن المكان المضبوط بمقدار قضيب أو قضيبين ، يجب تحديد نقطة تعادل جديدة .

ويحدث هذا أيضا اذا أعيد تف العضو الثابت ووضعت الملفات بعيدة عن مكانها الاصل بمقدار مجرى واحد . وفي كلتا الحالتين يجب تعيين نقطة تعادل جديدة ، ومن ثم يعين الوضعان الجديدان للدوران ، في اتجاه عقربى الساعة ، وفي عكس اتجاه عقربى الساعة . ويمكن عمل ذلك بنقل حامل الفرشة الى الخلف والى الامام ، حتى يعطى المحرك عزم الدوران المطلوب .

٦ - خطأ في توصيلات الاطراف : يبين شكلا ٣ - ٥٧ ، ٣ - ٥٨ الاخطاء التي يرتكبها أحيانا المبتدئون عند توصيل أربعة أطراف خارجة لمحرك تنافري ، وفي كلتا الحالتين سوف يصدر المحرك طنينا عند توصيل التيار اليه ، ويكون العلاج بعكس توصيل طرفي المحرك في احدى المجموعتين .

يرتكب خطأ آخر في عمل التوصيلات ، ويكون بتوصيل الطرفين ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ معا الى طرف الخط ١ ، وتوصيل الطرفين ٢ ، ٣ ، ٤ معا الى طرف الخط ٢ . وبدراسة الرسم في شكل ٣ - ٥٩ يتضح أن التوصيل بهذه الطريقة ينتج دائرة مفتوحة . واذا وصل المحرك الى الخط وهو موصل بهذه الكيفية ، فسوف لا يصدر عنه حتى مجرد انطين .

٧ - حمل زائد : يؤدي تعدى الحمل على المحرك الى منعه من الدوران عند السرعة المطلوبة كما يتسبب في مرور تيار زائد فيه . وفى المحرك التنافرى - انبده ، التأثيرى - الحركة سوف لا يعمل جهاز الطرد المركزى ، لان السرعة ليست كافية ، وبدلا من ذلك فسوف يحاول المحرك أن يشتغل كمحرك تنافرى ، فيسخن جدا وتصدر عنه ضجة .

٨ - حركة محورية زائدة : فى بعض المحركات التنافرية - البده ، التأثيرية - الحركة والتي تحتوى على موحداث قطرية ، تتسبب الحركة المحورية الزائدة فى رفع حامل الفرش مسافة كبيرة من فوق الموحد ، مما يؤدي الى ضعف الضغط على الفرش ، وينتج عن ذلك حدوث شرارة كما انه يمنع المحرك من الوصول الى سرعته المعتادة . اسمح لحركة محورية مقدارها  $\frac{1}{4}$  من البوصة على أكثر تقدير بالحدوث ، وذلك بوضع ورد على عمود المنتج . وعلى العموم يجب أن تتأكد من أن الورد موضوعة بحيث يكون جانبا انقلب الحديدى لكل من المنتج والحضو الثابت فى مستوى واحد . وغالبا ما تتسبب الحركة المحورية الزائدة فى صدور ضجة عن المحرك أثناء التشغيل .

٩ - عدم تلامس انفرش مع الموحد : اذا كانت انفرش ملتصقة بالحامل أو متأكلة ، فقد لا تتمكن من لمس الموحد ، ولا يستطيع المحرك البده . ويؤدي اتساخ الموحد أو ضعف ضغط اللولب على الفرش الى نفس النتيجة . وإذا دار المحرك فعلا ، فسوف تحدث شرارة كبيرة . ويمكن كشف هذه العيوب بسهولة عن طريق الفحص ؛ ويكون العلاج بتنظيف الموحد ، أو استبدال الفرش أو اللولب ، أو كليهما معا ، بوحداث جديدة .

١٠ - رفع الفرش من فوق الموحد قبل الاوان المناسب : يعمل المحرك التنافرى - انبده ، التأثيرى - الحركة كمحرك تنافرى حتى يصل الى ٧٥ فى المائة تقريبا من سرعته الكاملة ، ثم يصل الى السرعة الكاملة وهو يعمل كمحرك تأثيرى . ومن الواضح انه اذا رفعت الفرش من فوق الموحد ، قبل أن يصل الى هذه السرعة ، فانه لن يصل الى سرعته الكاملة ، وانما سوف تبطىء سرعته بدلا من ذلك ، مما يتسبب فى عودة الفرش الى الركوب على الموحد مرة أخرى ، ويحتمل وقوع هذه الدورة من الاحداث عدد لانهاية له من المرات .

قد يكون رفع الفرش المبكر من فوق الموحد بسبب ضغط اللولب عليها .  
وفى نوع المحركات التى يكون تجميع حامل الفرش فيها على المنتج ، قد يكون  
من الضرورى تغيير اللولب . وفى النوع الآخر يصح زيادة الضغط على  
اللولب باحكام ربط الصامولة .

إذا كانت القضبان الدافعة أطول من اللازم ، يصبح حامل الفرشة على  
بعد أكبر مما يجب عن الموحد ، فعند البدء يجب أن يكون حامل الفرشة على  
بعد  $\frac{1}{4}$  من البوصة تقريبا من الموحد ، ويجب تقصير القضبان الدافعة إذا  
خرط الموحد على المخرطة . وإذا تم تجميع جهاز الطرد المركزى بطريقة غير  
صحيحة فسوف يؤدى ذلك الى رفع حامل الفرشة فى وقت مبكر .

١١ - قصر دائرة المنتج بوساطة العقد : عندما يقصر العقد دائرة المنتج  
يكون الخطأ فى التجميع . ويمكن اصلاح هذا الخطأ بسهولة بعد الرجوع الى  
شكل ٣ - ٦ وإعادة تجميع الأجزاء بالنظام المضبوط ، كما هو مبين بالشكل .

فى المحرك التنافرى - البدء ذى الفرش الراكبة يحتمل أن تلتحم قطع  
جهاز القصر مع الموحد ، أو يحتمل حدوث تماس بين قضبان الموحد والارض .

١٢ - اتساخ عقد الطرد المركزى أو الموحد : إذا كان العقد متساخا  
أو مكسورا ، أو إذا كان الجزء من الموحد ، الذى يحدث عليه القصر بوساطة  
العقد ، متساخا ، فإن الموحد لن يصبح مقصورا فى الوقت المناسب . وتبعاً  
لذلك فسوف يدور المحرك بطريقة تشبه تلك التى يدور بها محرك ذو قفص  
سنباجى بقضبان مفتوحة . ومثل هذا المحرك لن يستطيع جر الحمل وسوف  
يبطئ ، وتزداد سخونته ، كما أنه سوف يصدر ضجيجا . والنوع ذو الفرش  
المرفوعة سوف يبطئ لدرجة تجعل الفرش تعود الى الركوب على الموحد ،  
وهذا سوف يؤدى بدوره الى زيادة سرعة المحرك ، ولكن بمجرد ما يوضع  
عليه الحمل ، يعود الى الابطاء مرة أخرى ، وتكرر هذه العملية من تلقاء  
نفسها ، حتى ينفجر المصهر .

والعلاج يكون برفع جهاز القصر بأكمله ، ثم تنظيف العقد ، وتغيير بعض  
الاجزاء لو لزم الامر ، كما يجب تنظيف الموحد تنظيفا تاما .

١٣ - عقد القصر مكسور أو لا يصل على الوجه المضبوط : إذا كان  
العقد من النوع الذى يتكون من قطع عديدة منفصلة من الخحاس ، يربطها



ببعضها طول من السلك يمر في ثقب في القطع ، فلا بد من التأكد من أنه موضوع على حامله ، بحيث تكون الثقوب تجاه الناحية الخلفية للموحد .

ويكون لكل قطعة نحاسية شفة يجب أن تكون موضوعة بحيث تتلامس مع الموحد .

إذا كان انعقد من النوع الذى يتكون من قطعة واحدة ، يكون مصنوعة بحيث يمكن أن ينحني . ومن المهم جدا أن يكون تركيبه على بكرة العقد بحيث يتلامس مع استدارة البكرة .

وإذا كان انعقد مكسورا محترقا ، أو مجمعا بطريقة غير مضبوطة ، فقد لا يكون القصر على المنتج كاملا بعد وصوله الى السرعة المطلوبة . وتكون النتيجة أن يعمل المحرك كمحرك تنافرى طول الوقت ، ويكون العلاج بوضع عقد جديد ، أو تجميع انعقد بالطريقة المضبوطة .

١٤ - جهاز الطرد المركزى مجمع بطريقة غير سليمة : إذا كان العقد مجمعا بطريقة تجعله يقصر الموحد دائما ، فإن المحرك لن يدور . وإذا كان اللولب الخلفى مجمعا بطريقة غير مضبوطة فإن الجهاز سوف لا يصبح حر الحركة . وإذا كان الشد فى اللولب غير مضبوط ، فإن ذلك سوف يؤدي الى رفع الفرش من فوق الموحد أسرع أو أبطأ من اللازم ، والجهاز المجمع بطريقة غير سليمة قد يكون أيضا مفككا ، ويتسبب فى حدوث هذه الحالة أثناء التشغيل .

إذا كان الشك يحوم حول جهاز انطرد المركزى ، حله بأكمله ، ونظف كل الاجزاء فيه ، وتأكد من أن كل جزء فى حالة جيدة ، ثم اعد تجميعه على الوجه الصحيح . استعمل شكل ٣ - ٦ للتوجيه .

١٥ - أوزان الطرد المركزى غير حرة الحركة : عندما تلتصق الأوزان المركزية انطردة ، فإن المحرك يعمل كمحرك تنافرى طوال الوقت ، وسوف يصدر ضجيجا ويكون عزم دورانه ضئيلا . فإذا التصقت الأوزان ، عجزت القضبان الدافعة عن العمل ، مما يؤدي الى جعل جهاز القصر غير قابل للتشغيل . وعلاوة على ذلك فإن الفرش سوف تظل رابكة على الموحد طول الوقت .

١٦ - مقدار الشد فى اللولب غير مضبوط : إذا كان الشد فى اللولب

غير كاف ، فسوف يحدث القصر على الموحد عند سرعة منخفضة جدا ، كما أن الفرش سوف ترفع من فوق الموحد بسرعة ، وسوف يؤدي ذلك الى ضعف عزم الدوران الابتدائي ، كما أن المحرك سوف يصبح عاجزا عن الوصول الى السرعة التي ينتقل عندها من حالة تنافري - البدء الى حالة تأثيري - الحركة . وقد يكون من اللازم تغيير اللولب ، أو ضبطه على الشد المناسب .

إذا كان الشد في اللولب أكثر من اللازم ، فسوف لا يرتفع الفرش ، كما أن المنتج سوف لا يصبح مقصورا ، وسيكون من نتيجة ذلك أن يدور المحرك كمحرك تنافري طول الوقت ، مما يؤدي الى صدور ضجيج منه وحدوث شرارة ، ويكون علاج هذا العيب بضبط انصامولة حتى يحدث الشد المناسب .

١٧ - اتساخ الموحد : تشبه هذه الحالة حالة التصاق الفرش بالحامل ؛ اذا لا يمر التيار في المنتج . اذا كانت الاقذار على الموحد تمنع الفرش من عمل التماس المطلوب مع الموحد . اذا نشأت هذه الحالة ، فإن المحرك سوف يصدر طينينا ، كما يحتمل حدوث شرارة بين الفرش والموحّد . والعلاج يكون بتنظيف الموحد بقطعة نظيفة من القماش وبالصفرة .

١٨ - تآكل الشفة على حامل الفرشة : وجود تآكل في شفة حامل الفرش يعد سببا عاديا من أسباب الخلل ، وعلى الأخص اذا كان الحامل مصنوعا من المعدن الأبيض . وتتسبب الشفة المتآكلة في جعل الحامل يهتز ، كما أنها تجعل تماس الفرش مع الموحد ضعيفا . والعلاج يكون بتغيير حامل الفرشة .

١٩ - تماس ملفات الأقطاب مع الأرض : اذا كان بملفات الأقطاب تماس أرضي عند نقطة واحدة ، فسوف يصاب العامل بصدمة عند لمس المحرك . فاذا كان الاطار موصلا بالأرض طبقا للتنظيمات القانونية ، فإن المصهر سوف ينفجر . وحدوث تماس أرضي عند نقطتين أو أكثر بملفات الأقطاب يكافئ دائرة قصر ويؤدي في كل التحالات تقريبا الى انفجار المصهر . وقد يصدر المحرك طينينا لفترة قصيرة قبل أن ينفجر المصهر .

٢٠ - ارتفاع الميكا عن سطح الموحد : عندما تتآكل قضبان الموحد أكثر من شرائط الميكا التي تفصل بينها ، تنتج حالة ارتفاع الميكا عن سطح الموحد . وارتفاع الميكا لا يسمح تلفرش بعمل تماس جيد مع الموحد ، مما يؤدي الى حدوث شرارة . والعلاج يكون بخرط الموحد على المخرطة ثم قطع الميكا الزائدة .

## الباب الرابع

### المحركات ذات الأوجه المتعددة ( المتعددة الأوجه )

المحركات ذات الأوجه المتعددة هي محركات تيار متردد ، وتصمم للتشغيل بوجهين و بثلاثة أوجه . وكلا النوعين متشابهان في الصنع ، وإنما تختلف فيهما اتوصيلات الداخلية للملفات .

### المحركات ذات الثلاثة الأوجه ( الثلاثة الوجه )

تختلف أحجام المحركات ذات الثلاثة أوجه كثيرا ، وتتراوح قدرتها فيما بين كسور من الحصان وعدة آلاف من الأحصنة . هذه المحركات لها خاصية ثبوت السرعة الى حد كبير ، كما أنها تصمم بحيث تختلف خواص عزم الدوران في الأنواع المختلفة منها ، فتمتلك بعض المحركات الثلاثة الوجه عزم دوران ابتدائي مرتفع ، ويمتلك بعضها الآخر عزم دوران ابتدائي منخفض . وبعضها يصمم بحيث يسحب تيارا ابتدائيا معتدلا ، وبعضها الآخر يسحب تيارا ابتدائيا كبيرا . وهي تصنع لكل قيم الجهد والتردد القياسية ، وتكون في الغالب محركات مزدوجة الجهد . وتستخدم المحركات الثلاثة اوجه لادارة ماكينات الورش ، والمضخات ، والمراوح ، والاولاش ، والروافع ، والمصاعد ، والهوايات .

**تكوين المحرك الثلاثي الوجه :** يبين شكل ٤ - ١ محركا ثلاثي الوجه ، وهو يتكون من ثلاثة أجزاء رئيسية : العضو الثابت ، والعضو الدائر ، والغطاءان الجانبيان . وهو يشبه في تكوينه محرك الوجه المشطور ، ولكنه لا يحتوى على مفتاح طرد مركزى .

يبين شكل ٤ - ٢ العضو الثابت ، وهو يتكون من اطار من الصلب وقلب حديدى من انقائق ، يشبه نظيره في محركات الوجه المشطور والمحركات التنافرية ، ثم من لف يتكون من وحدات من الملفات موضوعة في المجارى . وقد يكون العضو الدائر من نوع القفص انسجاني أو من النوع الملفوف .

وكلا النوعين يحتوى على قلب من الرقائق مضغوط على العمود . ويبين شكل ٤ - ٣ العضو الدائر ذا القفص السنجاى ، وهو يشبه نظيره فى المحرك ذى الوجه المشطور . ويبين شكل ٤ - ٤ عضوا دائرا ملفوفا ، وهو يحتوى على ملفات موضوعة على القلب ، ومتصلة بثلاث حلقات انزلاق مركبة على العمود .

يربط الغطاءان الجانبيان مع اطار العضو الثابت من الناحيتين بمسامير ذات صواميل ، وهما يحتويان على الكرسيين اللذين يدور فيهما المحور . تستعمل الكراسى ذات « البلى » أو الكراسى ذات « الجلبة » .

**تشغيل المحرك الثلاثى الوجه :** يكون توصيل الملفات التى فى مجارى العضو الثابت ، بحيث تتكون ثلاث وحدات مستقلة من الملفات ، يطلق عليها الأوجه ، وهى موضحة بشكل ٤ - ٥ . ويتم توصيل الأوجه بحيث يتكون مجال مغناطيسى بداخل العضو الثابت ، هو الذى يتسبب فى جعل العضو الدائر يلف بسرعة معينة .

**اعادة لف المحرك الثلاثى الوجه :** تتم عملية اعادة لف محرك ثلاثى الوجه على خطوات متعددة ، كما يأتى :

- ١ - أخذ المعلومات .
- ٢ - حل الملفات .
- ٣ - عزل العضو الثابت .
- ٤ - لف الملفات .
- ٥ - وضع الملفات فى المجارى .
- ٦ - توصيل الملفات .
- ٧ - اختبار الملفات .
- ٨ - الدعان بالورنيش والتحميص .

### أخذ المعلومات

تدون المعلومات الآتية : (١) المعلومات التى على لوحة التسمية ، (٢) عدد المجارى ، (٣) عدد الملفات ، (٤) نوع التوصيل ، (٥) عدد الملفات فى الملف ، (٦) مقاس الملف ، (٧) خطوة الملف ، (٨) نوع العازل ، (٩) نوع ومقاس السلك .

## لوحة معلومات لمحرك متعدد الأوجه

اسم الصانع

القدرة بالحصان	اللفات فى الدقيقة	الفولت	الأمبير
الذبذبات	النوع	الاطار	طريقة صنعه
درجة الحرارة	الطراز	الرقم المسلسل	الوجه
عدد الملفات	عدد المجارى	التوصيل	
مقاس السلك	عدد الملفات	عدد المجموعات	
الملفات فى كل مجموعة	عدد الأقطاب	خطوة الملف	

ويجب تسجيل هذه المعلومات بصورة مستوفاة بما فيه الكفاية ، حتى يتمكن القائم باصلاح المحرك من اعادة لفه بدون اضاءة الوقت .

شكل ٤ - ٦ يبين مظهر العضو الثابت لمحرك ثلاثى الوجه من أكثر الأنواع شيوعا .

لو أمكن شق العضو الثابت وبسط مجموعة المجارى على مستوى أفقى ، فسوف يكون مظهرها كما هو مبين بشكل ٤ - ٧ . ويبين شكل ٤ - ٨ رسما مبسطا لها . ويتضح من الرسم أن عدد الملفات يساوى عدد المجارى . لذلك يجب عد المجارى وتسجيل العدد . وفى بعض المحركات يكون عدد الملفات نصف عدد المجارى . وهذا النوع يعرف بملفات السلة . وفى هذا الباب سوف نتناول بالبحث المحركات التى تحتوى على عدد من الملفات يساوى عدد المجارى .

## حل الملفات

يمكن الحصول على الجزء الباقى من المعلومات اللازم أخذها فى أثناء عملية حل الملفات . ويجب تسجيل نوع التوصيل فى العضو الثابت ، قبل رفع الأسلاك منه . ولتحديد نوع التوصيل فى العضو الثابت ، يجب أن تتوافر المعرفة التامة بمختلف أنواع التوصيلات المستعملة فى الأعضـىـة الثابتة . ومناقشة هذه التوصيلات سوف تأتى مؤخرا فى هذا الباب .

تحتوى المحركات الثلاثية التوجه الكبيرة على مجار مفتوحة فى العضو الثابت ، كما هو واضح بشكل ٤ - ٩ أ . وفى هذا النوع من المحركات ، يلزم فقط رفع الخوابير التى تقفل المجارى ، وإخراج الملفات ، كل على حدة . وتحتوى الأعضاء الثابتة الصغيرة والمتوسطة الحجم على مجار نصف مقفلة ، كما يظهر فى شكل ٤ - ٩ ب ، وحل الملفات فى مثل هذه الحانة يكون أكثر صعوبة ولما كانت الملفات صلبة نتيجة تجميعها ، فإنه يصبح من اللازم فى معظم الحالات قطعها على أحد جانبي العضو الثابت ، وسحب الأسلاك من الناحية الأخرى ( انظر شكل ٤ - ١٠ ) . ويؤدى توجيهه لهب بؤرى على الملفات أو تسخينها فى فرن الى تليين المادة العازلة ، مما يسهل عملية الحل .

يجب الاحتفاظ بأحد الملفات لكى نحصل منه على مقاسات الملفات الجديدة . وفى أثناء حل الملفات يجب تسجيل خطوة الملفات ، وعدد الملفات فى كل ملف ، ومقاس الملف ، ونوع مقاس السلك .

من المهم جدا قياس الحيز الجانبى للملفات قبل رفعها من المجارى . هذه المسافة يجب تسجيلها ، وملاحظة أن الملفات الجديدة لا تمتد خارج المجارى مسافة أكبر منها .

### عزل العضو الثابت

عند استبدال العازل فى العضو الثابت يستعمل نفس النوع والكمية الموجودة فى المجارى وقت حل الملفات . ويقطع الورق العازل بآلة لقطع الورق على المقاس المضبوط ، ثم يشكل لكى يلائم جوانب المجارى . وتستعمل كثير من المحلات آلة صغيرة لهذا الغرض يطلق عليها مشكل العازل .

### لف الملفات

عند فحص ملف مأخوذ من عضو ثابت ، يتضح أن له ستة جوانب ، كما يظهر فى شكل ٤ - ١١ . ويطلق على هذا النوع الملف الماسى ، كما أن الملف يطلق عليه لف باللفات المنسية . فى المحرك الثلاثى التوجه الكبير تكون المجارى عموما مفتوحة ، وتكون الملفات عادة ملفوفة بالشريط لفا كاملا ، كما يظهر فى شكل ٤ - ١١ . ويستعمل غالبا شريط من قماش قطنى لهذا الغرض ، ولو أنه يفضل انكامبرك المدهون بانورنيش والميكا فى المحركات الكبيرة .

تكون المجارى عموما نصف مقفلة فى المحركات المتوسطة الحجم ( حتى ٥٠ حصانا ) وفى مثل هذه المحركات لا يمكن لف الملفات بالشريط لفا

كاملا لأن انزال الملف فى المجرى يستلزم فى الغالب ادخال لفاته واحدة فواحدة من فتحة المجرى . ويلف بالشريط الجزء من الملف الذى يمتد على جانبى المجارى فقط ، وشكل ٤ - ١٢ يبين ملفا من هذا النوع . وفى كثير من المحلات لا يلفون الملفات بالشريط على الاطلاق ، وانما يربطونها بالخيط على الجانبين لكيلا تنحل . وفى المحرك الثلاثى الوجه الذى قدرته كسر من الحصان لا تلف الملفات بالشريط بسبب صغر حجمها ( انظر شكل ٤ - ١٣ ) .

يمكن عمل ملفات المحركات الصغيرة على شكل مستطيل ، ثم تحول الى الشكل الماسى بوساطة شدتها عند المنتصف فى جانبين متقابلين ، كما يظهر فى شكل ٤ - ١٤ . تلف الملفات على ضبعات تؤخذ ابعادها من الملف القديم . وشكل ٤ - ١٥ يبين طريقة الحصول على الشكل الماسى بدق ستة مسامير ، أو ما يشبهها ، على قطعة من الخشب ، واذا ثنيت المسامير كما يظهر فى الشكل ، أمكن رفع الملف بسهولة ، ويمكن تثبيت الضبعة على محور يدور باليد أو بمحرك فى أثناء عملية اللف .

### اللف الجماعى

تستعمل طريقة اللف على ضبعة أيضا فى المحركات الكبيرة . وان طريقة المعتادة ، وهى التى يطلق عليها اللف انجماعى ، تكون بلف عدة ملفات قبل قطع السلك . ويبين شكل ٤ - ١٦ ضبعة لف خاصة لهذا الغرض . يلف السلك حول ست عجلات مركبة على محاور . وترفع هذه العجلات لكى يمكن اخذ الملفات الجاهزة من الضبعة . وتوجد أنواع أخرى متعددة من الضبعات ، ولكن التى تستعمل منها تماثل تقريبا الطريقة المذكورة فى التكوين . يقتصر استخدام الملفات الجماعية اللف تقريبا على المحركات المتعددة الأوجه الصغيرة والمتوسطة الحجم . وشكل ٤ - ١٦ يبين ثلاثة ملفات جماعية اللف .

يستعمل نوعا الملفات المبينة حتى الآن فى الأعضاء الثابتة التى تحتوى على مجاز نصف مقفلة . وتتوقف مسألة لف هذه الملفات بالشريط ، أو عدم لفها ، على القائمة بلفها . فاذا لم تلف الملفات بالشريط ، يوضع عازل من الكامبريك المدهون بالورنيش عادة بين الملفات عند ادخالها فى المجارى . ومن الضرورى وضع عازل بين ملفات الأوجه المختلفة ، وسوف نعود الى شرح هذه الفقرة فيما بعد .

تحتاج الملفات ، التى تعد للأعضاء الثابتة ذات المجارى المفتوحة ، الى ضبعة خاصة ، ويجب نفها بحيث تتلاءم مع شكل المجرى . فيجب



أن تكون جوانبها مربعة أو مستطيلة . وتلف مثل هذه الملفات بالشريط لفا كاملا .

تتكون الضبعة لهذا النوع من الملفات من قطعة مركزية مصنوعة من الخشب أو القبر ، مشكلة كما يظهر في ( أ ) من رسومات شكل ٤ - ١٧ ، ومن قطعتين جانبيتين ، مربوطتين على جانبي القطعة المركزية ، مهمتهما حفظ شكل الملف في أثناء عملية اللف . وتدور الضبعة على عمود ، وتنتظم لفات الملف في طبقات . بعد اتمام الملف ، يربط بالخيط عند نقط متعددة ، وذلك حتى يمكن حفظ اللفات معا . ثم يشكل الملف بعد ذلك بوساطة مكعبات الشد ويلف بالشريط . واستعمال مكعبات الشد مبين عند ( ب ) من شكل ٤ - ١٧ . ويمكن تغطية الملف بالشريط أولا ، ثم تشكيله ، ويتوقف ذلك على خبرة المحل في هذا الشأن . وقد يتم التشكيل أيضا بوساطة آلة للتشكيل .

إذا أردنا تغطية ملف بالشريط بعد لفه ، فانه يمكن استخدام الطريقة الآتية : أبدأ لف الشريط بجوار الطرف النهائي للملف ، كما يظهر في شكل ٤ - ١٨ . استمر باللف حول الملف حتى تصل الى الطرف الثاني . تأكد من أن كل لفة من الشريط تغطي جانبا من اللفة التي قبلها ، ويجب أن يكون مقدار التغطية مساويا لنصف عرض الشريط .

غط الطرف الثاني بالشريط وكذلك الغلاف الذي عليه لمسافة تقرب من بوصة واحدة . استمر في تغطية الملف بالشريط حتى تصل الى الطرف الأول . غط هذا الطرف بالشريط لمسافة تقرب من بوصة حتى تصل الى نقطة البداية . اربط بالشريط أو بالدويار .

تغطي ملفات المجارى المقفلة نصفيا بالشريط بطريقة مشابهة ، فيما عدا أن الأجزاء الطرفية فقط هي التي تلف بالشريط ، أما الجزء من الملف الذي يدخل في المجرى ، فانه يترك بدون تغطية . وتغطي الملفات بالشريط بوساطة اليد ، أو بوساطة آلات لف الشريط ، أو بوساطة قاذفات الشريط اليدوي .

### وضع الملفات في المجارى

تنزل الملفات في المجارى النصف مقفلة عن طريق ادخال لفاتها واحدة بعد واحدة . وتغطي الأجزاء الطرفية بالشريط في بعض الأحيان بعد وضع الملف في المجرى .

استعمل الطريقة الآتية : افرد الملفات كما تفرد المروحة على أحد جانبي الملف ، وامسك بالملف على زاوية بحيث يمكن انزال كل الملفات في المجرى . شكل ٤ - ١٩ يبين هذه الطريقة . تأكد من أن كل لفة قد وضعت بداخل

العازل ، اذ يحتمل فى بعض الأحيان نزول الأسلاك بين العازل والقلب الحديدى خطأ ، فيؤدى ذلك الى حدوث تماس أرضى .

- اسحب جانب الملف فى داخل المجرى حتى تستقر كل اللفات فيه .
- لا يزال الجانب الآخر للملف باقيا فى الخارج كما هو مبين بشكل ٤ - ٢٠ .
- لاحظ أن جانب الملف يحتل نصف مجرى .

استمر فى العملية بأن تضع أحد جانبي الملف التالى فى المجرى الذى يلي الاول ، كما يظهر فى شكل ٤ - ٢١ . توضع الملفات التالية بنفس الطريقة حتى يصبح فى المجارى التى تقع فى حدود خطوة الملف جانب واحد من كل ملف ويترك الجانب الآخر لكل ملف فى الخارج الى أن يشغل النصف الأسفل من كل مجرى بواسطة جانب ملف . ثم يوضع الجانب الثانى لكل ملف فوق الجانب الاول للملف آخر على بعد عدة مجار ، على حسب خطوة الملف .

فى هذه الطريقة يكون أحد جانبي كل ملف فى النصف الأسفل من مجرى ، على حين يكون الجانب الآخر لنفس الملف فى النصف الأعلى من مجرى آخر ، على بعد عدة مجار ، وذلك على حسب خطوة الملف . يكون عدد اللفات التى يترك الجانب العلوى منها بالخارج عادة أكثر بواحد أو اثنين من خطوة الملف ، ولا توضع فى المجارى حتى يتم لف العضو الثابت تقريبا . تأكد من أن كل ملف يمتد على جانبي المجرى من الناحيتين ، وأنه ليس محشورا فى القلب الحديدى عند الجوانب . شكل ٤ - ٢٢ يبين الحالتين . وفى نوع ملفات السلسلة يحتل كل جانب ملف مجرى بأكمله .

قبل وضع الجانب الثانى لكل ملف يجب عزله عن جانب الملف الموجود فى المجرى من قبل . وللعزل بين جانبي الملف فى نفس المجرى ، تتبع الطريقة المبينة بشكل ٤ - ٢٣ فى كل من حالتى المجارى المفتوحة والنصف مقفلة .

شكل ٤ - ٢٤ يبين طريقة أخرى للعزل بين الملفات فى نفس المجرى . تضع شريطا سمكه ٠.٢٠ ر. من البوصة من ورق أرمو أو خابور فبر فوق الملفات السفلية فى المجرى . اقطع الورق بحيث يصبح أعرض من المجرى بما يقرب من ١/٤ بوصة ، وبذلك يغطى الورق الملف تغطية كاملة من فوق وتغطية جزئية على الجانبين . ويجب قطع الشريط بحيث يمتد أيضا على جانبي الملف بما لا يقل عن نصف بوصة .

**توصيل المحرك الثلاثى الوجه :** نستعرض فيما يلى مناقشة حالة محرك ذى أربعة أقطاب . على ٣٦ ملفا ، ونبين طريقة توصيله كمحرك ثلاثى الوجه .

كل المحركات الثلاثية الأوجه تلف بعدد من الملفات ، ويكون هذا العدد عادة مساويا لعدد المجارى . وتلف هذه الملفات بطريقة ينتج عنها ثلاث وحدات منفصلة من الملفات ، يطلق عليها الأوجه ، ويجب أن يحتوى كل منها على نفس العدد من الملفات . وبذلك يكون عدد الملفات فى كل وحدة مساويا لثلاث عدد ملفات العضو الثابت .

وعلى ذلك ، ففي المحرك الثلاثى الوجه الذى يحتوى على ٣٦ ملفا ، يكون فى كل وجه ١٢ ملفا . ويطلق على هذه الأوجه عادة الوجه أ ، والوجه ب ، والوجه ج .

### القاعدة الأولى

لكى تحصل على عدد الملفات فى كل وجه ، انقسم العدد الكلى للملفات فى الحرك على عدد الأوجه .

$$\text{مثال : } \frac{36 \text{ ملفا}}{3 \text{ أوجه}} = 12 \text{ ملفا بكل وجه .}$$

ترتب الأوجه فى جميع المحركات الثلاثية الوجه اما بتوصيلة النجمة أو بتوصيلة الدلتا .

فى المحرك الثلاثى الموصل نجمة توصل الأطراف النهائية للأوجه الثلاثة معا ، وتوصل الأطراف الابتدائية لكل وجه الى الخط . ويبين شكل ٤ - ٢٥ توصيلة النجمة . ونتيجة للشكل المتكون من تمثيل الأوجه على الرسم يطلق على هذه الدائرة أيضا توصيلة Y .

وفى توصيلة الدلتا يوصل الطرف النهائى لكل وجه الى الطرف الابتدائى للوجه الذى يليه . شكل ٤ - ٢٦ يبين الطرف النهائى للوجه المتصلا مع الطرف الابتدائى للوجه ب ، والطرف النهائى للوجه ب متصل بالطرف الابتدائى للوجه ج ، ثم الطرف النهائى للوجه ج متصل بالطرف الابتدائى للوجه أ ، ومن كل توصيلة يخرج سلك يوصل الى الخط . وفى طريقة أخرى توصل نهاية أ بابتداء ج ، ونهاية ج بابتداء ب ، ونهاية ب بابتداء أ .

### الأقطاب

توصل الملفات فى المحرك الذى نناقشه بحيث تنتج أربعة أقطاب ، وعلى ذلك ففي المحرك ذى الأربعة الأقطاب ، الذى يحتوى على ٣٦ ملفا ، يكون كل قطب محتويا على ٩ ملفات ، كما هو موضح تخطيطيا فى شكل ٤ - ٢٧ .

### القاعدة الثانية

لايجاد عدد الملفات في كل قطب ، اقسم العدد الكلي للملفات على عدد الأقطاب .

$$\text{مثال : } \frac{36 \text{ ملفا}}{4 \text{ أقطاب}} = 9 \text{ ملفات لكل قطب}$$

يظهر شكل الملفات للعين كما هو مبين في شكل ٤ - ٢٨ . ولتبسيط عملية التوصيل ، يحذف كل ملف من الرسم بحيث يتبقى طرفا توصيله فقط كما هو مبين . وشكل ٤ - ٢٩ يبين مثل هذا الرسم المبسط .

### المجموعات

تعرف المجموعة بأنها عدد محدد من الملفات المتجاورة متصلة على التوالي . ويوجد في جميع المحركات الثلاثية الأوجه دائما ثلاث مجموعات في كل قطب ، واحدة من كل وجه ، أي مجموعة من الوجوه أ ، ومجموعة أخرى من الوجوه ب ، ومجموعة ثالثة من الوجوه ج .

وعلى ذلك ، فاذا كان في انقطب تسعة ملفات ، يجب أن يكون في كل مجموعة ثلاثة ملفات . ويطلق على هذا القسم من الملفات الثلاثة غالبا مجموعة قطب - وجه . يبين شكل ٤ - ٣٠ ثلاث مجموعات في قطب واحد .

وتصل الملفات في أي مجموعة دائما على التوالي ، وشكل ٤ - ٣١ يوضح ذلك . في هذه الحالة نجد نهاية الملف ١ موصلة ببداية الملف ٢ ، وكذلك نهاية الملف ٢ موصلة ببداية الملف ٣ . وتكون بداية الملف ١ ونهاية الملف ٣ هما طرفا المجموعة للتوصيل مع الملفات الأخرى . ويبين شكل ٤ - ٣٢ منظرا آخر لنفس طريقة التوصيل .

توصل الملفات في مجموعة عندما يكون كل منها ملفوفا على حدة . أما في حالة الملفات التي تكون ملفوفة بطريقة اللف الجماعي ، فإن المجموعات تتكون بطريقة آلية بطبيعة نوع اللف ، كما هو مبين بشكل ٤ - ١٦ .

توصيل الملفات في مجموعات . عندما يكون عدد الملفات في كل مجموعة معروفا ، يمكن توصيل الملفات في مجموعات ، كما هو مبين في الرسم بشكل ٤ - ٣٣ .

**القاعدة الثالثة :**

لايجاد عدد المجموعات بطريقة سهلة نضرب عدد الأقطاب في عدد الأوجه،  
ففى المحرك الذى نناقشه ، على سبيل المثال : ٤ أقطاب  $\times$  ٣ أوجه = ١٢  
مجموعة ، أو المجموعات = الأقطاب  $\times$  الأوجه .  
إذا كان عدد المجموعات معروفا ، فمن السهل ايجاد عدد الملفات فى كل  
مجموعة .

**القاعدة الرابعة :**

عدد الملفات فى كل مجموعة يساوى انعد الكلى للملفات فى المحرك  
مقسوما على عدد المجموعات .

$$\text{عدد الملفات لكل مجموعة} = \frac{\text{عدد الملفات كلها}}{\text{عدد المجموعات}} = \frac{36}{12} = 3$$

عند توصيل محرك ثلاثى الوجه ، يجب ايجاد عدد المجموعات أولا ، ثم  
حساب عدد الملفات فى كل مجموعة . فمثلا ، محرك ثلاثى الوجه ، ذو ستة  
أقطاب ، ويحتوى على ٥٤ ملفا ، سوف يحتوى على ٣ أوجه  $\times$  ٦ أقطاب  
أو ١٨ مجموعة ، وحينئذ فان ٥٤ ملفا  $\div$  ١٨ مجموعة يساوى ثلاثة ملفات  
لكل مجموعة .

**توصيلة النجمة :**

يمكن الآن توصيل ملفات المحرك ، ولنفرض أنه توصيلة نجمة ، ذو أربعة  
أقطاب ، ويحتوى على ٣٦ مجرى . تكون الطريقة كما يلى :  
١ - صل الملفات فى مجموعات . يوجد فى كل مجموعة ثلاثة ملفات ،  
وتوصل ملفات كل مجموعة مع بعضها على التوالى . وشكل ٤ - ٣٣ يبين  
ذلك . اذا كانت الملفات جماعية التوصيل ، فانها تكون متصلة ببعضها  
من قبل .

٢ - صل مجموعات الوجه أ معا ، كما هو مبين بشكل ٤ - ٣٤ ، ويجب  
توصيل المجموعات بحيث يمر التيار فى المجموعة الأولى بالوجه أ فى اتجاه  
عقربى الساعة ، وفى المجموعة الثانية بالوجه أ فى عكس اتجاه عقربى الساعة،  
وهكذا . وسوف ينتج عن ذلك توليد أقطاب تختلف من شمالى الى جنوبى  
بالتتالى .

تعمل وصلة مفتولة مع طرف هرن ( مطاوع ) من السلك عند ابتداء  
الوجه أ ، وتؤخذ الى خارج المحرك . وتوصل نهاية الوجه أ فيما بعد مع  
نهايتى الوجهين ب ، ج ، ثم تلف بالشريط .

٣ - صل ملفات الوجه ج مثل الوجه أ بالضبط . لتبسيط التوصيلات ، دع جانباً الوجه ب . شكل ٤ - ٣٥ يبين توصيلات الوجه ج .

٤ - صل الوجه ب بنفس الطريقة التي وصل بها الوجهان أ ، ج . فى شكل ٤ - ٣٦ يظهر أن ابتداء الوجه ب يبدأ عند المجموعة الخامسة . هذا النوع من التوصيل حيث تتخطى مجموعة لكى يمكن البدء فى توصيل الوجه التالى يطلق عليه التوصيل بطريقة المجموعة المتخطاة . فى شكل ٤ - ٣٦ تشير الأسهم فى كل مجموعة الى اتجاهات متضادة . أى ان السهم الاول يشير فى اتجاه عقربى الساعة ، والثانى فى عكس اتجاه عقربى الساعة ، والثالث فى اتجاه عقربى الساعة ، والرابع فى عكس اتجاه عقربى الساعة . وهذه احدى الطرق لمراجعة التوصيلات ، والتأكد من أن القطبية صحيحة فى كل المجموعات المختلفة .

ولتبسيط هذه الرسومات يمكن تمثيل كل مجموعة بمستطيل ، كما يظهر فى شكل ٤ - ٣٧ وهى ترتب عادة على شكل دائرى ، كما يظهر فى شكل ٤ - ٣٨ .

فى هذه الأشكال نرى أن الأسهم التى على أطراف الخط تشير كلها فى اتجاه واحد . وفى الحقيقة يمر التيار فى احدى اللحظات بحيث يكون داخلا عند أحد أطراف الخط ، وخارجا من الطرفين الآخرين ، وفى اللحظة التالية يكون داخلا عند طرفين ، وخارجا من الطرف الثالث . للتأكد من صحة التوصيلات سوف ترسم الأسهم مشيرة الى الداخل . فى كل الأشكال التى مثلت الآن نجد السهم فى الوجه ب ، أو الوجه المتوسط ، مرسوماً فى عكس اتجاه السهمين فى الوجهين الآخرين . بهذا يمكن مراجعة صحة التوصيلات فى المحركات الثلاثية الوجه .

شكل ٤ - ٣٩ يبين رسماً تخطيطياً لمحرك نجمة بالتوالى ، ذى ثلاثة أوجه وأربعة أقطاب . يتكون كل وجه فى هذا الرسم من أربع مجموعات ، وهذا العدد يحدد الأقطاب فى المحرك ، فإذا كان فى كل وجه أربع مجموعات ، فهو محرك ذو أربعة أقطاب . بالنظر الى الرسم التخطيطى يصبح من الممكن معرفة عدد الأقطاب فى المحرك ، وذلك بحساب عدد المجموعات فى كل وجه .

تشير نقطة النجمة الى أنه محرك بتوصيلة نجمة ، كما يظهر من الرسم أيضاً أن المجموعات فى الرسم متصلة على التوالى ، وعلى ذلك فإن الرسم التخطيطى يشير الى أن المحرك ثلاثى الوجه ، ذو أربعة أقطاب بتوصيلة نجمة على التوالى .

## توصيلات الدلتا :

سوف تكون الخطوة الثانية توصيل نفس المحرك بحيث يكون بأربعة أقطاب ، وبتوصيلة الدلتا على التوالي . ونكى يتيسر فهم هذه الطريقة بصورة واضحة ، يستحسن دراسة الرسم التخطيطي في شكل ٤ - ٤٠ قبل عمل التوصيلات . وهذا الرسم يبين أن المجموعات متصلة على التوالي ، وحيث أن عدد المجموعات في كل وجه أربع أيضا ، فهو محرك ذو أربعة أقطاب . وبما أنه لا يوجد نقطة نجمة ، كما أنه موصل بضم نهاية الوجه أ الى بداية الوجه ج ، وهكذا ، فهو بتوصيلة الدلتا . وعلى ذلك فهذا محرك ثلاثي الوجه ، ذو أربعة أقطاب ، بتوصيلة دلتا على التوالي .

وكما هي الحال في توصيلة النجمة ، تكون الخطوة الأولى بتوصيل الملفات في مجموعات ، وحيث أن هذا المحرك ثلاثي الوجه ، ذو أربعة أقطاب ، فسوف يحتوى على ٣ أوجه  $\times$  ٤ أقطاب = ١٢ مجموعة بكل منها ٣ ملفات . وليس من الضروري بيان شكل كل ملف على حدة ، حيث قد تم شرح هذه المسألة في رسومات توصيلة النجمة . كل مجموعة تحتوى على ثلاثة ملفات متصلة على التوالي . ويستحسن عند عمل هذه الرسومات وضع الحروف المميزة للوجه فوق المجموعة ، ووضع السهم تحت المجموعة . الخطوة التالية تكون بتوصيل مجموعات الوجه أ بحيث تعطى القطبية المضبوطة . كما هو مبين بشكل ٤ - ٤١ . ارسم السهم الأول في اتجاه عقربى الساعة ، والسهم الثانى فى عكس اتجاه عقربى الساعة ، والسهم الثالث فى اتجاه عقربى الساعة ، والسهم الرابع فى عكس اتجاه عقربى الساعة .

١ - صل الوجه أ بنفس الطريقة كما فى توصيلة النجمة .

٢ - صل الوجه ج بحيث يعطى القطبية المضبوطة ، كما فى شكل ٤ - ٤٢ . توصل المجموعات بحيث يمر التيار داخلا المجموعات فى اتجاه الأسهم . صل نهاية الوجه أ ببداية الوجه ج . وللمراجعة على القطبية تأكد من أن كل الأسهم على أطراف الخط تشير فى نفس الاتجاه .

٣ - استمر بأن تصل نهاية الوجه ج ببداية الوجه ب ، وهذه التوصيلات مبينة فى شكل ٤ - ٤٣ . عند تتبع هذا الرسم ابدأ عند بداية الوجه أ وتتبع اختيار خلال هذا الوجه حتى بداية الوجه ج ، وخلال الوجه ج ، وأخيرا خلال الوجه ب حتى بداية الوجه أ .

حيث أن الملفات والمجموعات مرتبة على محيط دائرة ، فإن الرسم فى شكل ٤ - ٤٤ يبين وضعها الحقيقى فى المحرك .

طريقة توصيل المحرك نجمة أو واحدة ، إلا فيما يختص بالنقطة التي توصل عندها نهايات الأوجه ، ففي حالة توصيلة النجمة توصل نهايات الأوجه معا لعمل نقطة النجمة ، أما في توصيلة الدلتا ، فتوصل نهاية كل وجه ببداية وجه آخر .

توصيلات النجمة والدلتا المبينة حتى الآن قد وصلت حسب طريقة المجموعة المتخطاة . ويمكن توصيل هذه المحركات بدون تخطي أى مجموعة . شكل ٤ - ٤٥ يبين توصيلة نجمة ، وفيها وصلت الأوجه أ ، ب ، ج بنفس هذا الترتيب .

وعلى الرغم من أن هذه التوصيلة تماثل تقريبا التوصيل بطريقة المجموعة المتخطاة ، فإن معظم القائمين باللف والاصلاح يفضلون هذه الطريقة الأخيرة لسهولة توصيلها .

### التوصيلات على التوازي

تصمم معظم المحركات الثلاثية الوجه بحيث يكون لكل وجه دائرتان أو طريقتان يمر فيهما التيار ، ويطلق عليها التوصيلات الثنائية الدائرة ، أو الثنائية على التوازي . وللمقارنة يبين شكلا ٤ - ٤٦ ، ٤ - ٤٧ رسمين تخطيطيين لتوصيلة نجمة على التوازي وتوصيلة نجمة ثنائية على التوازي ، وتوصيل المجموعات على التوازي في كل وجه يجعل التيار يمر في طريقتين . وشكل ٤ - ٤٨ يوضح رسما بالمستطيلات للوجه أ في توصيلة نجمة ثنائية على التوازي : ومبين فيه المجموعات . أبدأ بتوصيل أحد أسلاك الخط إلى المجموعتين ١ ، ٣ من الوجه أ . استمر كما هو مبين بالرسم . بعد توصيل الوجه أ ، صل الوجه ج كما هو مبين بالشكل ٤ - ٤٩ . وإلى هنا تكون أربعة أطراف قد وصلت إلى نقطة النجمة . وشكل ٤ - ٥٠ يبين رسما كاملا لتوصيلة نجمة ثنائية على التوازي لمحرك بأربعة أقطاب وثلاثة أوجه . شكل ٤ - ٥١ يبين إن رسم على شكل دائري لنفس المحرك .

### طريقة التعرف على نوع التوصيل

سبقت الإشارة إلى أن تحديد نوع التوصيلات على محرك ثلاثي الوجه ، أثناء حل ملفاته ، أمر هام جدا ، ويستوجب دراية بطرق التوصيلات المختلفة . وتحتاج إحدى الطرق السهلة في أخذ المعلومات عن التوصيل إلى أن القائم باللف أو الاصلاح يتصور في ذهنه الرسم التخطيطي لكل نوع من المحركات .



عد أولا عدد المجموعات الموصلة الى كل طرف للخط ، فمثلا فى شكل ٤ - ٥٢ ، الذى يبين توصيلة نجمة على التوالى ، نجد ان كل طرف من أطراف الخط موصل الى مجموعة واحدة ، وهذا لا يحدث فى أى توصيلة أخرى للمحركات .

إذا كان كل طرف من أطراف الخط موصل الى مجموعتين ، يمكن الحكم بأن التوصيل اما دلتا على التوالى ، او نجمة ثنائى على التوازى ، وشكل ٤ - ٥٣ يبين كلا من الدائرتين . ولتمييز توصيلة النجمة الثنائية على التوازى ، ابحت عن نقطة النجمة ، حيث توصل أطراف ست مجموعات معا ، فاذا تعذر الحصول عليها ، فلا بد وأن التوصيلة دلتا على التوالى . وفى بعض الأحيان يوجد نقطة نجمة ، يوصل عند كل منها أطراف ثلاث مجموعات معا .

إذا كان كل طرف من أطراف الخط متصلا بثلاث مجموعات ، كما هو مبين بشكل ٤ - ٥٤ ، فلا يمكن أن يكون توصيل المحرك سوى نجمة ثلاثية على التوازى ، ولا يوجد أى نوع آخر بهذا الشكل .

إذا كان كل طرف من أطراف الخط يتصل بأربع مجموعات ، كما هو مبين فى الدائرتين بشكل ٤ - ٥٥ ، ٤ - ٥٥ ب ، فقد تكون توصيلة المحرك اما دلتا ثنائية على التوازى ، أو نجمة رباعية على التوازى . وتكون التوصيلة نجمة رباعية على التوازى اذا وجدت نقطة نجمة تتصل عندها أطراف اثنتى عشرة مجموعة . تبين هذه الأمثلة أنه اذا أمكن تصور الرسم التخطيطى فى الذهن ، يصبح من السهل معرفة نوع التوصيل .

يمكن استخدام عدة طرق مختلفة لتحديد عدد الأقطاب : اذا كانت سرعة المحرك معروفة ، فانه يصبح من السهل ايجاد عدد الأقطاب ، حيث أنه توجد علاقة ثابتة بين قيمة السرعة وعدد الأقطاب فى المحرك الثلاثى الوجه ، وقد شرح ذلك فى نهاية ائباب الأول . وعلى ذلك فاذا كانت السرعة المسجلة على لوحة التسمية هى ١٧٢٥ لفة فى الدقيقة ، فهو محرك ذو أربعة أقطاب ، واذا كانت ١١٥٠ لفة فى الدقيقة ، فهو محرك ذو ستة أقطاب ، وهكذا .

طريقة أخرى لتحديد عدد الأقطاب تكون بحساب عدد المجموعات ، وقسمة هذا العدد على عدد الأوجه ، فاذا وجدت ١٢ مجموعة ، مثلا ، اقسام ١٢ على ٣ أوجه ، فتكون النتيجة ٤ أقطاب . وتسهل معرفة المجموعات ، لان لكل مجموعة طرفين بارزين .

طريقة أخرى تكون بعد عدد الوصلات البارزة . فمثلا ، اذا وجد أن المحرك موصل نجمة ثنائية على التوازي ، وتوجد ست وصلات ، دل هذا على أنه محرك بأربعة أقطاب ، وموصل كما في شكل ٤ - ٥٦ . تشير الاعداد في هذا الرسم الى الوصلات .

### نوصيل المحركات الثلاثية الوجه للعمل على جهدين

تصنع المحركات الثلاثية الوجه بحيث يمكن توصيلها للتشغيل على أحد جهدين . والغرض من عمل المحرك بجهدين . - التمكن من استعمال نفس المحرك في المناطق التي يختلف فيها جهد خط القدرة .

ويمكن في العادة توصيل الاطراف التي تخرج من المحرك بحيث تصبح توصيلته على التوالي في حالة الجهد المرتفع ، وثنائية على التوازي في حالة الجهد المنخفض .

يبين شكل ٤ - ٥٧ أربعة ملفات ، عند توصيلها على التوالي يمكن استخدامها على ينوع قدرة ، تيار متردد ، ٤٤٠ فولت ، فيأخذ كل ملف ١١٠ فولت . فاذا وصلت الملفات الاربعة ثنائية على التوازي الى خط قدرة ، ٢٢٠ فولت ، كما هو مبين بشكل ٤ - ٥٨ ، فما زال كل ملف يأخذ ١١٠ فولت . ويبين شكل ٤ - ٥٩ طريقة ثالثة لتوصيل الملفات الاربعة ، وهي توصيلة رباعية على التوازي لتشغيل المحرك على ١١٠ فولت ، وما زال كل ملف يأخذ فيها ١١٠ فولت . وعلى ذلك فان الملف يأخذ نفس الجهد ، بصرف النظر عن جهد الخط . وهذا هو المبدأ المستعمل في كل الآلات الثنائية انجهد . وعلى هذا ، اذا كانت أربعة أطراف خارجة من محرك ذي وجه واحد مصمم للتشغيل على ٤٤٠ فولت ، ٢٢٠ فولت ، ، فان من الممكن توصيله بدون مشقة على أحد الجهدين . وشكل ٤ - ٦٠ يبين التوصيل على التوالي للتشغيل على ٤٤٠ فولت ، وشكل ٤ - ٦١ يبين التوصيل على التوازي للتشغيل على ٢٢٠ فولت .

ويبين شكل ٤ - ٦٢ محركا ثلاثي الوجه ذا أربعة أقطاب بتوصيلة نجمة ، ومطبقا عليه مبدأ تقسيم الجهد بين الملفات ، فهو بتوصيلة نجمة على التوالي للاستعمال على ٤٤٠ فولت ، وعند استعماله على خط بجهد ٢٢٠ فولت يوصل ثنائى على التوازي ، كما هو موضح بشكل ٤ - ٦٣ . وشكل ٤ - ٦٤ يبين توصيلة أخرى يستعمل فيها نقطتا نجمة ، وكل من الرسمين صحيح .

## توصيل محرك نجمة ثنائي الجهد

يوجد بالمحركات الثلاثية الوجه ، الثنائية الجهد ، عادة تسعة أطراف خارجة من المحرك ، كما هو مبين بشكل ٤ - ٦٥ . وللتوصيل على الجهد العالي ، توصل المجموعات على التوالي ، كما هو واضح بالرسم . استعمل الطرق الآتية : صل الطرفين ٦ ، ٩ وغطهما بالشريط . صل الطرفين ٤ ، ٧ وغطهما بالشريط . صل الطرفين ٥ ، ٨ وغطهما بالشريط . صل الاطراف ١ ، ٢ ، ٣ الى الخط الثلاثي الوجه .

ولتوصيل نفس المحرك على الجهد المنخفض ، توصل المجموعات ثنائيا على التوالي ، كما هو مبين بشكل ٤ - ٦٦ . استعمل الطريقة الآتية : صل الطرف ٧ بالطرف ١ ثم صلها بطرف الخط ١ . صل الطرف ٨ بالطرف ٢ ثم صلها بطرف الخط ٢ . صل الطرف ٣ بالطرف ٩ ثم صلها بطرف الخط ٣ . صل الاطراف ٤ ، ٥ ، ٦ معا لتكوين نقطة نجمة خارجية .

توصل محركات الدلتا أيضا للتشغيل على جهدين ، وبين شكل ٤ - ٦٧ رسما تخطيطيا لتوصيلتي الجهد العالي والجهد المنخفض . للتشغيل على الجهد العالي : صل الطرف ٤ بالطرف ٧ ، وصل الطرف ٥ بالطرف ٨ ، وصل الطرف ٦ بالطرف ٩ ، ثم صل الاطراف ١ ، ٢ ، ٣ كلا بأحد أطراف الخط .

للتشغيل على الجهد المنخفض : صل الاطراف ١ ، ٧ ، ٦ الى طرف الخط ١ ، وصل الاطراف ٢ ، ٤ ، ٨ الى طرف الخط ب ، ثم صل الاطراف ٣ ، ٥ ، ٩ الى طرف الخط ج .

شكل ٤ - ٦٨ يبين رسما خطيا أو بالمستطيلات لمحرك ذي أربعة أقطاب ثنائي الجهد بتوصيلة نجمة ، وهو موصل بنفس الطريقة التي شرحت مع المحرك المبين بشكل ٤ - ٦٦ . نرى في شكل ٤ - ٦٦ رسما خطيا لمحرك ذي أربعة أقطاب ، ثنائي الجهد ، بتوصيلة دلتا ، وهو موصل بنفس الطريقة التي شرحت مع المحرك المبين بشكل ٤ - ٦٧ .

الوصلات القصيرة والوصلات الطويلة . استخدمت في كل التوصيلات المبينة حتى الآن وصلات قصيرة ، وفيها توصل نهاية احدى المجموعات بنهاية المجموعة التي تليها في نفس الوجه ، أو بتعبير آخر توصيلة نهاية بنهاية أو بداية ببداية ، كما هو مبين بشكل ٤ - ٧٠ ، الذي يوضح توصيل وجه واحد فقط لمحرك موصل نجمة . وتعرف هذه أيضا بتوصيلات القمة بالقمة .

وفى التوصيلات بالوصلات الطويلة توصل نهاية المجموعة الاولى ببداية المجموعة الثالثة فى نفس الوجه ، كما هو مبين بشكل ٤ - ٧١ . وتعرف هذه أيضا بتوصيلات القمة بالقاطع ، وتستعمل الوصلات الطويلة أساسا فى المحركات الثنائية الجهد .

### المحركات الثلاثية الوجه الثنائية السرعة

سبقنا الإشارة الى أن سرعة المحركات الثلاثية الوجه تتوقف على عدد الاقطاب وعدد ذبذبات التيار . فاذا بقى عدد الذبذبات ثابتا ، وجب تغيير عدد الاقطاب للحصول على سرعات مختلفة من المحرك الثلاثى الوجه ، ويمكن عمل هذا التغيير بتعديل التوصيل بين المجموعات . فاذا وصل وجه فى محرك ذى أربعة أقطاب بالطريقة المعتادة مثلا ، كما هو مبين بشكل ٤ - ٧٢ ، نتجت أربعة أقطاب وكانت السرعة أقل قليلا من ١٨٠٠ لفة فى الدقيقة . واذا وصلت الاربعة الاقطاب نفسها بحيث تنتج فيها قطبية متماثلة ، كما هو مبين بشكل ٤ - ٧٣ ، نتجت أربعة أقطاب اضافية ، بحيث يصبح مجموع الاقطاب كلها ثمانية ، وتكون السرعة أقل قليلا من ٩٠٠ لفة فى الدقيقة . شرحت نظرية هذه العملية فى الباب الاول ، وقد أطلق على هذا النوع من التوصيلات اسم توصيلة الاقطاب المتعاقبة ، وفى جميع المحركات التى تحتوى على هذه التوصيلة للحصول على أكثر من سرعة واحدة ، يجب استعمال توصيلات بوصلات طويلة .

يمكن توصيل المحرك الثلاثى الوجه ، الثنائى السرعة بحيث تكون قدرته بالحصان ثابتة عند كلتا سرعتين ، كما يمكن أن يكون عزم دورانه ثابتا عند كلتا سرعتين ، أو يكون عزم الدوران ثابتا عند سرعتين . يوصل المحرك عادة ، لكى يكون عزم الدوران ثابتا ، نجمة ثنائى على التوازى للسرعة العالية ، ودلتا على التوازى للسرعة المنخفضة . شكل ٤ - ٧٤ يبين توصيل الوجه أ للتشغيل على السرعة العالية لمحرك ذى أربعة وثمانية أقطاب ، ثلاثى الوجه ، بحيث يظل عزم الدوران ثابتا . عند تتبع الدائرة ابتداء من ل ، لاحظ تغير اتجاه التيار فى المجموعات المتجاورة للوجه أ ، مما يعنى أن المحرك ذو أربعة أقطاب أو على السرعة ، وأن الدائرة موصلة ثنائى على التوازى . شكل ٤ - ٧٥ يبين نفس المحرك عندما يكون التيسار داخلا عند الطرف ل ، وفى هذه الحالة تكون كل المجموعات متماثلة ، مما يؤدي الى تكوين أربعة أقطاب متعاقبة منتجة ثمانية أقطاب فى المجموع .

وهذا يؤدي الى تشغيل المحرك على السرعة المنخفضة . ل٤ ، لا تستعمل  
فى توصيلة أدلتا على التوالى .

للحصول على محرك قدرته بالحصان ثابتة يكون التوصيل نجمة ثنائى  
على التوازى للسرعة المنخفضة ، ودلتا على التوالى للسرعة المرتفعة . شكل  
٤ - ٧٦ يبين توصيل الوجه أ فى محرك ذى أربعة وثمانية أقطاب ، ثلاثى  
الوجه ، ثابت القدرة بالحصان .

تتبع التيار ، فى حالة السرعة المنخفضة ، ابتداء من ل٤ ولاحظ  
أن قطبية متماثلة تتكون فى هذا التوصيل الثنائى على التوازى . وفى حالة  
السرعة المرتفعة تتبع الدائرة فى شكل ٤ - ٧٧ ابتداء من ل١ ، وهنا تجد  
قطبية مختلفة بالتتالى فى كل مجموعة من الوجه أ ، مما ينتج محركا ذا أربعة  
أقطاب . لاحظ أن هذه توصيلة على التوالى . شكل ٤ - ٧٨ يبين التوصيلة  
الكاملة لمحرك ذى أربعة وثمانية أقطاب ، عزم دورانه ثابت . تخرج من  
المحرك ستة أطراف . للتشغيل على السرعة العالية توصيل ل٤ ، ل٥ ، ل٦ ،  
الى ينبوع القدرة الثلاثى الوجه ، وتوصل ل١ ، ل٢ ، ل٣ معا وتغطى  
بالشريط ، وللتشغيل على السرعة المنخفضة توصيل ل١ ، ل٢ ، ل٣ ،  
لينبوع القدرة الثلاثى الوجه ، وتغطى كل من ل٤ ، ل٥ ، ل٦ على حدة  
بالشريط ولا تستعمل . يبين شكل ٤ - ٧٩ محركا ذا أربعة وثمانية أقطاب ،  
ثابت القدرة بالحصان . للتشغيل على السرعة المنخفضة توصيل ل٤ ، ل٥ ،  
ل٦ الى خط القدرة ، وتوصل ل١ ، ل٢ ، ل٣ ، معا وتغطى بالشريط .  
وللتشغيل على السرعة المرتفعة توصيل ل١ ، ل٢ ، ل٣ الى ينبوع القدرة ،  
وتغطى كل من ل٤ ، ل٥ ، ل٦ بالشريط على حدة ، ولا تستعمل . ويمكن  
بطبيعة الحال تشغيل المحركات الثنائية السرعة بوحدين منفصلتين من  
الملفات ، تحتوى كل منها على عدد مختلف من الاقطاب .

### اختلاف المجموعات

تستعمل عبارة اختلاف المجموعات عندما يكون عدد الملفات فى كل  
مجموعة مختلفا . فمثلا ، فى محرك ثلاثى الوجه ذى ستة أقطاب ، و ٤٨ ملفا  
يمكن ايجاد عدد الملفات فى كل مجموعة باستعمال المعادلة :

$$\text{الملفات} = \frac{\text{الملفات بكل مجموعة}}{\text{الأقطاب} \times \text{الأوجه}}$$

$$\frac{48 \text{ ملفا}}{6 \text{ أقطاب} \times 3 \text{ أوجه}} = \frac{48}{18} = \frac{11}{18} = 2 \text{ ملفا بكل مجموعة}$$

وبسبب وجود الكسر ، فسوف يصبح من اللازم أن تحتوى بعض المجموعات على ثلاثة ملفات : وبعضها الآخر على ملفين . ويمكن إيجاد عدد الملفات فى كل مجموعة بطريقة سهلة كما يأتى :

١ - أوجد العبد الكلى للمجموعات : ٦ أقطاب  $\times$  ٣ أوجه = ١٨ مجموعة .

$$2 - \text{أوجد عدد الملفات بكل مجموعة} = \frac{48 \text{ ملفا}}{18 \text{ مجموعة}} = \frac{12}{3}$$

٣ - باستخدام الكسر  $\frac{12}{3}$  ، يحدد انبسط ١٢ عدد المجموعات التى تحتوى على العدد الأكبر من الملفات ، أى أن ١٢ مجموعة تحتوى كل منها على ٣ ملفات .

٤ - تحتوى كل واحدة من المجموعات الباقية ، وهى ٦ مجموعات ، على ملفين .

للمراجعة : ١٢ مجموعة بكل منها ٣ ملفات = ٣٦

٦ مجموعات بكل منها ملفان = ١٢

المجموع = ٤٨ ملفا

مثال ١ : يراد تقسيم آلة ثلاثية الوجه ذات أربعة أقطاب ، وتحتوى على ٥٤ مجرى ، الى مجموعات . كم عدد الملفات بكل مجموعة ؟ .

١ - أوجد عدد المجموعات : ٤ أقطاب  $\times$  ٣ أوجه = ١٢ مجموعة .

٢ - أوجد عدد الملفات فى كل مجموعة :

$$\frac{54 \text{ ملفا}}{12 \text{ مجموعة}} = \frac{6}{2} = 4 \text{ ملف لكل مجموعة .}$$

٣ - وعلى ذلك ، باستعمال بسط الكسر ، يكون لدينا ٦ مجموعات بكل منها ٥ ملفات ، ويتبقى ٦ مجموعات بكل منها ٤ ملفات .

$$4 - 6 \times 5 = 30 \text{ ملفا}$$

$$6 \times 4 = 24 \text{ ملفا}$$

$$\overline{54 \text{ ملفا}}$$

بعد إيجاد عدد الملفات بكل مجموعة ، تكون الخطوة التالية ترتيب المجموعات بحيث يصبح فى كل وجه عدد متساو من الملفات . فى هذه المسألة

سوف يكون في كل وجه ٠. ١٨ ملفا ، مستمر برسم المجموعات كما هو موضح بشكل ٤ - ٨٠ ، ولذلك فان الوجه أ يتكون من أربع مجموعات ، كما أنه يجب أن يحتوى أيضا على ١٨ ملفا ، حيث أنه يوجد ٥٤ ملفا في الواجهة الثلاثة . فاذا استعملنا أربعة ملفات في المجموعة الاولى للوجه أ ، وخمسة ملفات في المجموعة الثانية ، وأربعة ملفات في المجموعة الثالثة ، نفس الطريقة الوجه ب ، فيما عدا أن نبدأ بخمسة ملفات . ويمكن تجميع الوجه ج بنفس طريقة الوجه أ تماما ، فيكون الترتيب الكلى :

$$٥ - ٤ - ٥ - ٤ - ٥ - ٤ - ٥ - ٤ - ٥ - ٤ - ٥ - ٤$$

مثال ٢ : يراد عمل المجموعات في محرك ثلاثى الوجه ، ذى ستة أقطاب ويحتوى على ٤٨ ملفا .

١ - أوجد العدد الكلى للمجموعات : الاقطاب  $\times$  الواجهة  $= ٦ \times ٣ = ١٨$  مجموعة .

$$٢ - \text{أوجد عدد الملفات بكل مجموعة : } \frac{\text{الملفات}}{\text{المجموعات}} = \frac{٤٨}{١٨} = \frac{١٢}{٣}$$

٣ - وعلى ذلك يوجد ١٢ مجموعة بكل منها ٣ ملفات ، و ٦ مجموعات بكل منها ملفان .

وأفضل طريقة لترتيب المجموعات أن نضع ثلاثة ملفات في كل مجموعة ، ثم نطرح ملفا من كل من ست مجموعات . تأكد من أنك طرحت عددا متساويا في كل وجه .

$$\begin{array}{cccccc} \text{أ ب ج} & \text{أ ب ج} & \text{أ ب ج} & \text{أ ب ج} & \text{أ ب ج} & \text{أ ب ج} \\ ٣ \ ٣ \ ٣ & ٣ \ ٣ \ ٣ & ٣ \ ٣ \ ٣ & ٣ \ ٣ \ ٣ & ٣ \ ٣ \ ٣ & ٣ \ ٣ \ ٣ \\ ٣ \ \frac{١}{٢} \ ٣ & \frac{١}{٢} \ ٣ \ ٣ & ٣ \ ٣ \ \frac{١}{٢} & ٣ \ \frac{١}{٢} \ ٣ & \frac{١}{٢} \ ٣ \ ٣ & ٣ \ ٣ \ \frac{١}{٢} \end{array}$$

تأكد من أن كل المجموعات الفردية العدد تحتوى على عدد متساو من الملفات في كل وجه ، وأن المجموعات موزعة بطريقة متماثلة .

وإذا لم يتيسر توزيع العدد الكلى للملفات المحرك على الأوجه بالتساوى ، فقد نحتاج الى حذف بعض الملفات . فمثلا في المحرك الثلاثى الوجه الذى يحتوى على ٣٢ مجرى ، يجب ايجاد عدد الملفات بكل وجه أولا . فاذا كان فى كل وجه ، فى هذه المسألة عشرة ملفات ، يكون العدد الكلى للملفات ٣٠ ملفا . وعلى ذلك يجب ترك ملفين خارج الدائرة . ويبقى الملفان على





فى محرك ثنائى الوجه ، ذى أربعة أقطاب ، ويحتوى على ٤٨ ملفا ، يوجد ١ وجه  $\times$  ٤ أقطاب = ٨ مجموعات .

$$\text{وعدد الملفات فى كل مجموعة يساوى} \quad \frac{\text{عدد الملفات}}{\text{عدد المجموعات}} = \frac{٤٨}{٨} = ٦$$

توصل الملفات فى المحرك الثنائى الوجه بحيث تنتج وحدتان من الملفات بدلا من ثلاث ، وهاتان الوحدتان هما الوجه أ والوجه ب . ويبين شكل ٨٣ - ٤ طريقة تنظيم المجموعات ، وفى كل رسومات المحركات الثنائية الوجه يكون السهمان المتجاوران فى اتجاه عقربى الساعة ، والسهمان التآليان فى عكس اتجاه عقربى الساعة ، وهكذا .

ويبين شكل ٨٣ - ٥ توصيلات المجموعات فى المحركات الثنائية الوجه ، وهى تشبه تماما التوصيلات فى المحركات ذات الوجه المشطور . فتوصيل الوجه أ يشبه توصيل ملفات الحركة ، ويشبه توصيل الوجه ب توصيل ملفات البدء . وعلى كل حال ، فلا يوجد مفتاح طرد مركزى فى المحرك الثنائى الوجه ، ويظل كلا الملفين متصلين بالجهد طوال الوقت .

تحتوى المحركات الثنائية الوجه على ملفات متصلة على التوالى ، كما هو مبين بشكل ٨٣ - ٤ ، أو على التوازى ، ويتوقف ذلك على تصميم المحرك . شكل ٨٤ - ٤ يبين محركا ثنائى الوجه ، ذا أربعة أقطاب ، موصل على التوالى كما يبين شكل ٨٥ - ٤ محركا ثنائى الوجه ، ذا أربعة أقطاب ، موصل ثنائيا على التوازى . ويبين شكلا ٨٦ - ٤ و ٨٧ - ٤ الرسمين الدائريين للنوعين .

### اعادة توصيل المحركات الثنائية الوجه لتشغيلها ثلاثية الوجه

تحول المحركات الثنائية الوجه الى ثلاثية الوجه فى أغلب الاحيان ، نظرا لان التشغيل حينئذ يكون أكثر اقتصادا .

سنفترض أنه يراد تحويل محرك ثنائى الوجه ، موصل على التوالى ، ذى أربعة أقطاب ، ويحتوى على ٤٨ ملفا ، الى محرك ثلاثى الوجه . ويمكن عمل ذلك بوساطة التوصيلة على شكل T ، أو توصيلة سكوت ، بعمل توصيلات ثلاثية الوجه على نفس الملفات ، أو باعادة اللف .

**التوصيل على شكل T :** فى توصيلة T ، أو سكوت ، توصيل نهاية الوجه أ بمنتصف الوجه ب .

ويبين شكل ٤ - ٨٨ رسماً تخطيطياً لمحرك ثنائي الوجه محول الى ثلاثى الوجه بواسطة توصيلة .

الطريقة المعتادة عند عمل توصيلة سكوت ، تكون بحل ما يقرب من ١٦ فى المائة من الملفات فى الوجه أ ، قبل توصيل الباقي الى الوجه ب . وتوزع الملفات المتروكة من الوجه أ على المجموعات فى الوجه أ بالتساوى .  
يلجأ الى توصيلة سكوت لتحويل نوع المحرك كوسيلة مؤقتة فقط ، ولا ينبغي اعتبارها وسيلة للاصلاح الدائم على الاطلاق . وقد أعطينا مثلاً للطريقة المتبعة عند تحويل محرك ثنائي الوجه ، موصل على التوالى ، ويحتوى على ٤٨ ملفاً الى محرك ثلاثى الوجه . شكل ٤ - ٨٩ يبين المحرك الثنائى الوجه قبل اعادة توصيله .

تكون الطريقة بحل ١٦ فى المائة من الوجه أ : ولما كان المحرك بأكمله يحتوى على ٤٨ ملفاً ، فإن ما يخص الوجه أ منها هو ٢٤ ملفاً ، و ١٦ فى المائة منها هي ٣٨ ملفاً ، أو أربع ملفات . وعلى ذلك يفصل ملف واحد من كل مجموعة فى الوجه أو يترك خارج الدائرة . وشكل ٤ - ٩٠ يبين الدائرة الجديدة . ويكون هذا عملياً فقط ، اذا لم تكن الملفات ملفوفة جماعياً .

### التوصيل ثلاثى الوجه

تفضل الطريقة التى يحول فيها المحرك الثنائى الوجه الى محرك ثلاثى الوجه بتوصيلة نجمة . الخطوة الاولى فى هذه الطريقة تكون بإزالة كل الوصلات لتكوين الدائرة المبينة فى شكل ٤ - ٩١ . الخطوة التالية تكون بحساب عدد الملفات التى يجب فصلها ، أى ما بين ١٥ ، ٢٠ فى المائة من العدد الكلى للملفات فى المحرك ، وقد نحتاج الى تغيير هذا الرقم ، بحيث تكون الملفات المفصولة أقل من ١٥ فى المائة ، ويتوقف ذلك على احتياجات المحرك . فى هذه المسألة يكون عدد الملفات المراد فصلها  $48 \times 0.15 = 7.2$  ملفاً . ولما كان ٧.٢ عدداً غريباً ، وحيث أنه من اللازم حذف نفس العدد من الملفات من كل وجه ، يجب اختيار أقرب عدد صحيح الى ٧.٢ يقبل القسمة على ٣ ، وفى هذه الحالة يكون هذا العدد هو ٦ . ويمكن أيضاً فصل ٩ ملفات ، وهى عبارة عن ٢٠ فى المائة تقريباً ، من هذا المحرك ، ونحصل على نتائج جيدة أيضاً . اذا فصلنا ٦ ملفات يتبقى ٤٢ ملفاً ، أو ١٤ ملفاً لكل وجه فى التوصيل الثلاثى الوجه الجديد . وسوف

يوجد ١٢ مجموعة بكل منها  $\frac{42}{12} = 3.5$  ملفات ، أو ٦ مجموعات بكل

منها ٤ ملفات و ٦ مجموعات بكل منها ٣ ملفات ، وبذلك نستطيع الآن الاستمرار فى عمل التوصيلة الجديدة ، فاصلين ملفين من كل وجه .

بهذه الارقام نستطيع عمل نظام المجموعات للتوصيل نجمة على التوالى ، كما هو مبين بشكل ٤ - ٩٢ .

### اعادة اللف .

الطريقة الثالثة لتحويل محرك ثنائى الوجه الى ثلاثى الوجه تكون باعادة لفة الملفات مع استعمال عدد من الملفات بكل ملف أقل بمقدار ٢٠ فى المائة تقريبا واستعمال سلك بمقياس أكبر ، فمثلا اذا كان محرك ثنائى الوجه ملفوفا ب ٣٠ لفة من سلك الماجنت رقم ٢١ م . س ٠ ٢٠ فى كل ملف ، يكون بكل ملف من الملفات الجديدة ٢٤ لفة من السلك رقم ٢٠ . ويمكن حساب ذلك بالطريقة الآتية . اطرح ٢٠ فى المائة من ٣٠ لفة ، وهو يساوى ٦ لفات ، وعلى هذا ٦ مطروحة من ٣٠ يتبقى ٢٤ لفة . والسلك الاكبر درجة فى المقاس من رقم ٢١ وهو رقم ٢٠ . لذلك تستعمل ٢٤ لفة من السلك رقم ٢٠ .

### إعادة لفة وإعادة توصيل المحركات المتعددة الأوجه

#### اعادة التوصيل عند تغيير الجهد

غالبا ما ترسل المحركات الى محلات التصليح لاجراء تغييرات بها ، حتى يمكن تشغيلها على جهد آخر يختلف عن الجهد الموجود على لوحة التسمية ، فمثلا قد يكون المحرك ثلاثى الوجه ، ٢٢٠ فولت ، ويراد تحويله لكى يشتغل على ٤٤٠ فولت .

وتوجد عدة طرق لاجراء التغيير المطلوب ، ويتوقف الامر على طبيعة التوصيلات الاصلية فى المحرك . فاذا كان المحرك موصلا فى الاصل على التوالى ، أمكن تحويله لكى يشتغل على نصف الجهد ، وذلك بتوصيله ثنائى على التوازي . واذا كان المحرك فى الاصل موصلا ثنائيا على التوازي ، أمكن تحويله لكى يشتغل على ضعف الجهد ، وذلك بتوصيل الملفات على التوالى . وعلى ذلك فان المحرك ذا الستة الاقطاب ، الثلاثى الوجه ، الموصل نجمة على التوالى ، ٤٤٠ فولت ، يمكن تحويله لكى يشتغل على ٢٢٠ فولت باعادة توصيله بستة أقطاب ، نجمة ثنائى على التوازي . واذا كان ذا ستة

أقطاب ، ثلاثي الوجه ، نجمة ثنائية على التوازي ، ويستغل على ٢٢٠ فولت ،  
 أمكن تحويله الى نجمة على التوازي لجهد ٤٤٠ فولت .

والمبدأ الذي تقوم عليه جميع التوصيلات ، هو أن يظل جهد الملف ثابتا ، على الرغم من أي تغيير يلحق بجهد الخط ، وقد سبق شرح هذا المبدأ عند مناقشة المحركات الثنائية الجهد . ويمكن إعادة توصيل المحركات الموصلة دلتا أيضا من التوازي الى التوازي للتشغيل على الجهد الاصغر ، ومن التوازي الى التوازي للتشغيل على الجهد الاكبر .

يمكن عند إعادة توصيل المحركات الثلاثية الوجه ، بسبب تغيير الجهد ، تحويلها من نجمة الى دلتا وبالعكس ، وتوجد لذلك تحويلات كثيرة ممكنة ، فمثلا من دلتا على التوازي الى نجمة ثنائي على التوازي ، ومن دلتا على التوازي الى نجمة على التوازي ، وهكذا . وبعد عمل بعض هذه التعديلات يحتمل ألا يصبح الجهد اللازم لتشغيل المحرك عددا مضاعفا أو كسرا بسيطا من الجهد الاصلى . فالمحرك الذي كان فى الاصل موصلا نجمة ، ثم تحول الى دلتا ، يجب تشغيله على ٥٨ فى المائة فقط من الجهد الاصلى . واذا تحول المحرك الموصل دلتا الى نجمة ، يجب تشغيله على ١٧٣ فى المائة من الجهد الاصلى .

لن نحاول فى هذا الكتاب الاحاطة بكل هذه التوصيلات المعادة بالتفصيل ، حيث ان كثيرا من الكتب الممتازة قد تناولت هذا الموضوع بالبحث الدقيق ، مثال : ما هو الجهد اللازم استخدامه مع محرك بعد تحويله من دلتا ، ثنائى على التوازي ، ٢٢٠ فولت ، الى نجمة على التوازي ؟ .

الحل : بعد تحويل المحرك الى دلتا على التوازي يحتاج الى ٤٤٠ فولت ، والتحويل الى نجمة على التوازي يحتاج الى  $٤٤٠ \times ١.٧٣ = ٧٦٠$  فولت ، ان تغيير الجهد عن طريق إعادة التوصيل ليس ممكنا فى كل الحالات . فمثلا المحرك ذو الاربعة الأقطاب ، الموصل نجمة على التوازي ٢٢٠ فولت لا يمكن تحويله للتشغيل على جهد أعلى ، اذ لو وصل الجهد المرتفع الى الملفات الموصلة على التوازي ، فسوف يمر فيها تيار أكبر من الذى صممت له ، ولذلك فسوف تحترق . وكذلك المحركات ذات الاربعة الأقطاب ، الموصلة نجمة رباعى على التوازي ، لا يمكن إعادة توصيلها لجهد أقل ، لأنه لا يمكن أن يوجد عند أكثر من أربعة فروع على التوازي فى محرك ذى أربعة أقطاب .

#### إعادة اللف عند تغيير الجهد

يمكن أيضا إعادة لف المحركات الثلاثية الوجه عند عمل تغيير فى الجهد ، وننحصر التغييرات اللازمة فى تلك الحالة فى عدد اللفات ومقاس السلك .

مثال : عند اعادة لف محرك ٢٢٠ فولت لتشغيله على ٤٤٠ فولت ،  
استعمل ضعف عدد اللفات فى كل ملف ، وسلك مساحة مقطعه تساوى  
نصف مساحة مقطع السلك الموجود . وبعبارة أخرى ، اذا كان المستعمل  
فى المحرك الاصلى أربعين لفة من السلك رقم ١٧ ، تستعمل عند اعادة اللف  
ثمانون لفة من السلك رقم ٢٠ .

### اعادة توصيل المحرك المتعدد الواجه لتغيير سرعته

سبقنا الإشارة الى أن سرعة المحرك الثلاثى الوجه تقل اذا زاد عدد  
الاقطاب ، وبالعكس . ( ينتج التغيير فى السرعة أيضا عند تغيير عدد ذبذبات  
الخط ) . وتتضمن معظم الطرق المستعملة لتغيير السرعة ، اعادة لف  
الملفات وتغيير خطوة الملف . وعلى كل حال ، فان احدى الطرق المستعملة  
للحصول على سرعة مختلفة ، تكون بتغيير عدد الاقطاب عن طريق اعادة  
التوصيل . فاذا ظل الجهد المستعمل كما هو ، عند التغيير من السرعة  
المنخفضة الى السرعة المرتفعة ، يجب تقليل عدد اللفات لكل وجه ، وعند  
التغيير من المرتفعة الى السرعة المنخفضة ، يجب زيادة العدد .

مثال : يراد اعادة توصيل محرك ذى ستة أقطاب ، موصل دلتا ثنائى  
الدائرة ، ٢٢٠ فولت الى محرك ذى أربعة أقطاب ، ٢٢٠ فولت ، فما هى  
طريقة التوصيل انواجب اتباعها ؟

استخدم الطريقة الآتية :

١ - أعد عمل مجموعات الملفات ل ٣ أوجه  $\times$  ٤ أقطاب = ١٢ مجموعة .  
٢ - اذا أعيد التوصيل مثل الاصل ، أى دلتا ثنائى الدائرة ، يجب  
تشغيل المحرك على  $\frac{1}{4}$  = ١٥٠ فى المائة من الجهد الاصلى ، أى ٣٣٠  
فولت .

٣ - لتشغيل المحرك على ٢٢٠ فولت ، حول التوصيل من دلتا ثنائى  
الدائرة الى دلتا رباعى الدائرة ، وذلك لان النجمة رباعى الدائرة يحتاج الى  
 $330 \times 866 = 286$  فولت . وهذه نتيجة مرضية ، وذلك لان خطوة  
الملفات لم تتغير .

اعادة اللف لتغيير السرعة : لحل المسائل السابقة باعادة اللف ، اتبع  
ما يأتى :

عدد الملفات

١ - غير خطوة الملف الى « ١ » ، ————— ، ١ « ١ » وعلى ذلك فان

عدد الاقطاب

الخطوة في محرك يحتوى على ٤٨ مجرى تصبح « ١ » ،  $\frac{1}{4}$  — ١ « ١ » =  
« ١ » ، ١١ « ١ »

٢ - أعد لف كل ملف مستعملا عددا من الملفات يساوى :

السرعة الأصلية

$\times$  العدد الأصلي للفات =  $\frac{1}{1.8} \div \frac{1}{1.2} = 66$  فى المائة

السرعة الجديدة

من الملفات الأصلية .

٣ - استعمل مقاسا من السلك يساوى

السرعة الأصلية

$\times$  مساحة مقطع السلك الاصلى  $\times \frac{1}{1.4} \div \frac{1}{1.8} = 105$

السرعة الجديدة

٤ - استعمل طريقة التوصيل الأصلية .

التغيير لذبذبات جديدة :

يمكن تحويل المحركات المتعددة الأوجه لتشغيلها بذبذبات جديدة ، وذلك باعادة التوصيل أو باعادة اللف ، ويفضل عادة استعمال الطريقة الأخيرة . ويمكن فى بعض الأحيان تشغيل محرك على ذبذبات مختلفة ، وجهد خط مختلف . فمثلا يمكن تشغيل محرك ٢٥ أو ٣٠ ذبذبة فى الثانية ، ١١٠ فولت على ٦٠ ذبذبة فى الثانية عند ٢٢٠ فولت . وهذا يؤدى الى مضاعفة السرعة الأصلية على وجه التقريب .

إذا أريد تغيير الذبذبات بدون تغيير محسوس فى السرعة ، فسوف يكون من اللازم اعادة لف المحرك .

مثال : يراد تحويل محرك ذى أربعة أقطاب ، ٢٥ ذبذبة ليشغل على ٦٠ ذبذبة بنفس السرعة تقريبا .

١-٤ أقطاب ، ٢٥ ذبذبة = ٧٥٠ لفة فى الدقيقة ( ل . ف . د . ) .

٨ أقطاب ، ٦٠ ذبذبة = ٩٠٠ ل . ف . د .

٢ - غير خطوة الملف بحيث تصبح لمحرك ذى ثمانية أقطاب .

٣ - عدد الملفات فى كل ملف يساوى  $\frac{1}{1.4} \div \frac{1}{1.8} = 83$  فى المائة من

عدد الملفات الأصلية . وعلى ذلك يجب لف كل ملف بعدد من الملفات يساوى ٨٣ فى المائة تقريبا من عدد الملفات الأصلية .

- ٤ - استعمل سلكا أكبر مقاسا بالرقم التالى مباشرة .
- ٥ - اذا كان المحرك يحتوى على ٤٨ مجرى و ٥٠ لفه من السلك رقم ١٨ ، يجب اعادة اللف باعادة لفات مقداره ٤٢ من السلك رقم ١٧ ، واستعمال الخطوط ١ ، ٦ ، ٠ .

### تغيير اتجاه الدوران فى المحركات الثنائية والثلاثية الأوجه :

يبين شكل ٤ - ٩٣ الأطراف الثلاثة لمحرك ثلاثى الوجه ، موصل على خط قدره ثلاثى الوجه ، للدوران فى اتجاه عقربى الساعة . لكى نعكس اتجاه دوران محرك ثلاثى الوجه ، يلزم تبديل توصيل أى طرفين من أطراف المحرك فقط ، كما هو مبين بشكل ٤ - ٩٤ . ويمكن عكس اتجاه الدوران أيضا بتبديل توصيل طرفين من أطراف خط القدرة .

ويكون عكس اتجاه دوران محرك ثنائى الوجه بتبديل توصيل طرفى أحد الوجهين مع خط القدرة . يبين شكل ٤ - ٩٥ التوصيل للدوران فى اتجاه عقربى الساعة ، كما يبين شكل ٤ - ٩٦ التوصيل للدوران فى عكس اتجاه عقربى الساعة . ولعكس اتجاه دوران محرك ثنائى الوجه بثلاثة أسلاك ، يجب تبديل توصيل السلكين الخارجيين المرقومين ١ و ٢ فى شكل ٤ - ٩٧ .

### تحديد الحلل وإصلاحه

#### الاختبار :

يجب اجراء بعض التجارب على المحرك الثلاثى الوجه بعد لفه أو اصلاحه ، وذلك للتحرى عن العيوب الآتية : التماس الأرضى ، الفتحات ، انقصورات ، والمعكوسات .

#### التماس الأرضى :

استعمل دائرة مصباح الاختبار ، أو دائرة الاختبار ، كما هو مبين بشكل ٤ - ٩٨ . صل أحد طرفى الاختبار الى اطار المحرك ، وطرف الاختبار الآخر مع أحد أطراف المحرك ، فاذا أضاء المصباح ، يكون أحد الملفات متماسا مع الأرض . وللقيام بالاختبار على الوجه الأكمل ، جرب هذه العملية مع كل طرف من أطراف المحرك .

إذا كان بالمحرك تماس أرضى ، فسوف يصبح من اللازم تحديد مكانه ، ثم ازالته ، قبل اجراء الاختبارات الأخرى . وكما فعلت فى المحركات

السابقة ، حاول تحديد مكان التماس أولا بالفحص ، فاذا تعذر الحصول عليه بهذه الطريقة ، حدد مكانه بأن تفصل كل وجه وتختبره على حدة .

وإذا كان المحرك موصلا نجمة ، أفضل الأوجه عند نقطة النجمة ، واختبر كل وجه على حدة ، كما هو مبين بشكل ٤ - ٩٩ .

إذا كان المحرك موصلا دلتا ، أفضل الأوجه عند توصيلات الأطراف ، واختبر كل وجه على حدة ، كما هو مبين بشكل ٤ - ١٠٠ .

بعد تحديد الوجه الموجود به التماس ، يصبح من الضروري تعيين الملف التماس مع الأرض ، يصبح من اللازم إعادة عزل المجرى ، أو وضع ملف المجموعات في الوجه الذي به التماس ، واختبر كل مجموعة على حدة ، كما هو مبين بشكل ٤ - ١٠١ . بعد تحديد المجموعة ، يمكن تعيين الملف الذي به العيب بسهولة ، وذلك بفك الوصلات المفتولة بين الملفات ، كما هو مبين بشكل ٤ - ١٠٢ ، ثم اختبار كل ملف على حدة . بعد العثور على الملف التماس مع الأرض ، وتكون الطريقة كما يلي : أفضل الوصلات التي بين جديد في العضو الثابت . في بعض الأحيان تكون إحدى انرقائق خارجة عن مكانها ، مما يجعل أطرافها الحادة تقطع الأسلاك ، ويمكن علاج ذلك بضغط الرقيقة حتى تعود الى مكانها الصحيح . وغالبا ما يتبين أن العيب يكمن في العازل الموجود بالمجرى ، كما يمكن أيضا وضع أسلاك خطأ بين العازل وجدار المجرى ، أو يحتمل أن يكون العازل قد انتقل من مكانه ، وترك الحديد في المجرى عاريا .

### النواثر المفتوحة :

قد يكون انسبب في وجود دائرة مفتوحة في المحرك اثنتائي أو الثلاثي الوجه حدوث كسر في أحد الملفات ، أو تفكك التوصيلات عند الوصلات ، سواء أكانت مفتولة أم ذات جراب . ولتحديد مكان الفتح ، اتبع الطريقة الآتية : استعمل مصباح الاختبار ليتعين الوجه المفتوح . فاذا كان المحرك موصلا نجمة ، ضع أحد طرفي الاختبار عند نقطة النجمة ، وضع طرف الاختبار الآخر بانتتابع عند كل طرف من الأطراف الثلاثة الباقية للأوجه ، كما هو مبين بشكل ٤ - ١٠٣ ، ويجب أن يضيء المصباح عند الأسلاك الثلاثة ، فاذا لم يضيء المصباح عند لمسه أحد الأسلاك ، فهذا الوجه مفتوح . وإذا كان المحرك موصلا دلتا ، أفضل الأوجه ، واختبر كل وجه على حدة ، كما هو مبين بشكل ٤ - ١٠٤ ، وسوف لا يضيء المصباح عند اختبار الوجه المفتوح .



إذا أمكن الحصول على الوجه المفتوح ، أصبح من السهل تحديد مكان الفتح : ولنفرض أن الفتح موجود بالوجه أ . وضع أحد طرفي الاختبار على الطرف الابتدائي للوجه أ ، والمس بطرف الاختبار الآخر نهاية كل مجموعة بالتتابع ، كما هو مبين بشكل ٤ - ١٠٥ ، فإذا أضاء المصباح عند نهاية المجموعة الأولى ، ولم يضيء عند نهاية الثانية ، كان العيب في المجموعة الثانية . استمر بهذه الكيفية حتى تعثر على المجموعة التي بها الخطأ . ومن المحتمل أن يكون الخطأ عند إحدى التوصيلات ، وفي هذه الحالة يعاد توصيل الأسلاك ، ولحامها بالقصدير . عند العثور على المجموعة المفتوحة ، يمكن تحديد الملف المعيب بفتح التوصيلات المفتولة عند أطراف الملفات ، واختبار كل ملف على حدة ، وشكل ٤ - ١٠٦ يبين ذلك . وإذا كان الخل نتيجة تنفكك التوصيل عند إحدى الوصلات ذات الجراب ، أعد اللحام ، ثم غط التوصيلة بالشريط . وإذا كان الخل نتيجة لكسر السلك في أحد الملفات فاستبدل الملف بغيره أو أخرجه من الدائرة . وإذا كان المحرك موصلا نجمة ثنائيا على التوازي ، فسوف يكون من اللازم تحديد الدائرة الموجودة بها الفتح ، ويمكن الوصول الى ذلك بتوصيل أحد طرفي الاختبار عند نقطة النجمة ، كما هو مبين بشكل ٤ - ٢٠٧ ، وتوصيل طرف الاختبار الآخر الى كل من القسمين في كل وجه ، على التتابع . يستمر العمل بعد ذلك بنفس الطريقة التي اتبعت مع توصيل النجمة المفرد الدائرة . إذا كان المحرك موصلا دلتا ، ثنائي الدائرة ، يجب فك توصيل كل الملفات الموصلة على التوازي : لكي يمكن تحديد القسم المفتوح .

### القصورات :

ان وضع الملفات في المجارى بطريقة تنقصها المهارة الفنية ، هو المسئول عن القصورات التي تحدث نتيجة لتداعي عازل السلك . ويمكن تحديد مكان اللفات المقصورة في المحركات المتعددة الأوجه ، بنفس الطريقة التي أتبعنا مع المحركات المشطورة الوجه . والطريقة المعتادة تكون باستخدام زوام داخلي ، كما هو مبين بشكل ٤ - ١٠٨ ، وذلك لتعيين الملف ، أو المجموعة المقصورة ، بملاحظة اهتزازات سلاح المنشار اليدوي . ويجب التنبيه الى أن الزوام لا يكون فعالا في حالة المحركات الموصلة على التوازي ، اذ يجب فصل كل المتوازيات لكي يمكن اختبار الملفات بالزوام . فإذا ظل الزوام في مكانه لبضع دقائق ، فإن الملف ، أو الملفات المعيبة ، سوف تصبح ساخنة .

توجد طريقة أخرى لايجاد الملف أو المجموعة المقصورة ، وتكون بتشغيل المحرك لبضع دقائق ، وسوف يصبح الملف المعيب أكثر سخونة من الملفات الأخرى ، ويمكن معرفته بسهولة بوساطة اللمس .

وما زالت هناك طريقة أخرى لمعرفة ما اذا كان المحرك المتعدد الأوجه مقصورا ، ويكون ذلك بتوصيل المحرك الى خط ثلاثي الوجه ، وقياس التيار في كل وجهه بوساطة أمبير متر ( يفضل استعمال النوع الماسك ) ، ويجب أن يكون التيار متساويا في الأوجه الثلاثة ، ويطلق على ذلك اختبار التوازن . فاذا كانت القراءة في أحد الأوجه أعلى منها في الوجهين الآخرين ، دل هذا على أن الوجه مقصور . ويجرى هذا الاختبار عادة أثناء تشغيل المحرك .

### المعكوسات :

تنشأ المعكوسات عندما يكون ملف ، أو مجموعة ، أو وجه موصلا بطريقة غير سليمة . وفي كل الحالات يحدث ذلك نتيجة لخطأ أو نقص في المعرفة من جانب القائم باللف . والمعكوسات في المحركات المتعددة الأوجه قد تنشأ في (١) الملفات ، (٢) المجموعات ، (٣) الأوجه .

### الملفات المعكوسة :

في المحركات المتعددة الأوجه توصل ملفات كل مجموعة بحيث يمر التيار خلال كل ملف في نفس الاتجاه . ويحتمل أن يكون القائم باللف قد وصل هذه الملفات بطريقة غير صحيحة ، بحيث ان التيار في كل ملف لا يمر في نفس الاتجاه . وهذه الحالة لا يمكن أن تنشأ في المحركات ذات اللف الجماعي ، ما لم تكن الملفات قد وضعت في المجارى في الاتجاه الخطأ .

الفحص بالنظر هو أحسن طريقة لمعرفة الملف المعكوس ، وليس هذا دائما ممكنا ، على كل حال . وأدق طريقة لمراجعة النتيجة تكون بامرار تيار مستمر على جهد منخفض من بطارية خلال كل وجه ، ووضع بوصلة أثناء ذلك في مقابلة القلب . يجب أن ينعكس وضع الابرة عند كل مجموعة في الوجه الواحد ، فتشير الى الشمال عند مجموعة ، والى الجنوب عند المجموعة التي تليها ، الخ . فاذا كان اتجاه ابرة البوصلة عند أى مجموعة غير محدد ، فقد يكون هناك ملف معكوس في هذه المجموعة . فالملف المعكوس

يحدث مجالا مغناطيسيا في عكس اتجاه المجال المتولد من الملفات الأخرى ،  
فيؤدي ذلك الى اضعاف المجال السكلى ، الذى يصبح تأثيره على ابرة البوصلة  
ضئيلا .

### مجموعات الملفات المعكوسة :

للكشف عن المجموعات المعكوسة ، صل أحد طرفى خط تيار مستمر  
منخفض الجهد الى نقطة النجمة ، وصل الطرف الآخر الى كل وجهه على  
الترتيب . حرك بوصلة بداخل العضو الثابت لى تعين قطبية كل مجموعة  
فاذا انعكس وضع ابرة البوصلة عند كل مجموعة ، كما هو مبين بشكل  
٤ - ١٠٩ ، دل ذلك على أن القطبية صحيحة . ولاختبار محرك موصل  
دلتا للتحرى عن المجموعات المعكوسة ، افتح احدى نقط الدلتا ، وصل  
بين السلكين مصدر تيار مستمر منخفض الجهد ، اذا انعكس وضع الابرة  
عند كل مجموعة ، فالقطبية صحيحة .

### الأوجه المعكوسة :

احدى الغلطات الشائعة فى توصيل المحركات الثلاثية الوجه تكون فى  
توصيل الوجه الأوسط بطريقة خطأ . ويمكن العثور على هذا الخطأ بسهولة  
بوساطة بوصلة . صل الأوجه مع مصدر التيار المستمر المنخفض الجهد ،  
كما حدث فى اختبار المجموعات ، وحرك البوصلة من مجموعة الى مجموعة  
متتبعاً انعكاس وضع الابرة . اذا أشارت الابرة الى ثلاثة أقطاب شمالية  
وثلاثة أقطاب جنوبية ، بالطريقة المبينة بشكل ٤ - ١١٠ ، دل هذا على أن  
الوجه الأوسط موصل بطريقة خطأ . اعكس الوجه ب ، أو الأوسط ، لى  
تحصل على التوصيل الصحيح .

بعد اختبار المحرك ، أدخله فى فرن لى يتحمص لمدة ساعتين أو ثلاث  
ساعات ، عند درجة حرارة ٢٥٠ درجة فهرنهايت تقريباً . اغمسه فى نوع  
جيد من الورنيش لمدة خمس دقائق ، ثم اتركه لى يتساقط منه الورنيش  
الزائد . ضعه فى انفرن مرة أخرى ، واطركه يتحمص عند نفس درجة  
الحرارة لمدة ثلاث ساعات .

### الاعطال العامة واصلاحها :

فيما يلى مظاهر الخلل التى تصادفنا فى المحركات الثنائية والثلاثية  
الوجه المعينة ، وتحت كل مظهر من المظاهر أوردنا قائمة بأنواع الخلل

المحتملة • والعدد الموجود بين قوسين بعد كل خلل ، يبين رقم العلاج الملائم ،  
والموجود في الصفحات التالية :

١ - اذا عجز المحرك المتعدد الأوجه عن البدء ، فقد يكون العيب :

- (أ) احتراق المصهر (١)
- (ب) تآكل الكراسي (٢)
- (ج) تعدى الحمل (٣)
- (د) وجه مفتوح (٤)
- (هـ) ملف أو مجموعة مقصورة (٥)
- (و) تفكك في قضبان العضو الدائر (٦)
- (ز) خطأ في التوصيلات الداخلية (٧)
- (ح) كرسى متجمد (٨)
- (ط) منظم معيب (٩)
- (ي) ملفات متماسة مع الأرض (١٠)

٢ - اذا لم يدر المحرك المتعدد الأوجه بالطريقة الملائمة ، فقد يكون  
العيب :

- (١) احتراق المصهر (١)
  - (ب) تآكل الكراسي (٢)
  - (ج) ملف مقصور (٥)
  - (د) وجه معكوس (١١)
  - (هـ) وجه مفتوح (٤)
  - (و) فتح في التوصيل على التوازي (١٢)
  - (ز) ملفات متماسة مع الأرض (١٠)
  - (ح) تفكك في قضبان العضو الدائر (٦)
  - (ط) الجهد أو الذبذبات غير مضبوطة
- ٣ - اذا دار المحرك ببطء ، فقد يكون العيب :

- (أ) ملف أو مجموعة مقصورة (٥)
- (ب) ملفات أو مجموعات معكوسة (٧)
- (ج) تآكل الكراسي (٢)
- (د) تعدى الحمل (٣)
- (هـ) توصيل خطأ (وجه معكوس) (١١)
- (و) تفكك قضبان العضو الدائر (٦)

٤ - اذا سخن المحرك بصورة زائدة ، فقد يكون العيب :

- ( أ ) تعدى الحمل (٣) .
- (ب) تآكل الكراسى (٢) ، أو كرسى مشحوط (٨) .
- (ج) ملف مقصور أو مجموعة مقصورة (٥) .
- (د) المحرك يشتغل بوجه واحد (٤) .
- (هـ) تفكك قضبان العضو الدائر (٦) .

١ - احتراق المصهر . ارفع المصهرات ، واختبرها بمصباح الاختبار ، كما هو مبين بشكل ٤ - ١١١ . اذا أضاء المصباح ، يكون المصهر فى حالة جيدة ، ويستدل على وجود مصهر محترق عندما لا يضىء المصباح .

لاختبار المصهرات بدون رفعها من حواملها ، ضع دائرة مصباح الاختبار عبر كل مصهر والمفتاح مقفل ، كما هو مبين بشكل ٤ - ١١٢ ، والمصهر الذى يضىء عنده المصباح ، هو المصهر المحترق .

إذا احترق مصهر فى أثناء اشتغال محرك متعدد الأوجه ، فسوف يستمر المحرك فى الاشتغال ، ولكن كمحرك بوجه واحد ( انظر شكل ٤ - ١١٣ و ٤ - ١١٤ ) ، وهذا يعنى أن جزءا من الملفات فقط هو الذى يحمل كل الحمل . اذا استمر المحرك يشتغل بهذه الطريقة ، حتى ولو كان لفترة قصيرة ، فسوف تصبح الملفات ساخنة جدا ، ثم تحترق . وعلاوة على ذلك فسوف يصدر المحرك ضجيجا أثناء تشغيله ، وقد لا يستطيع القيام بالحمل . لمعرفة سبب الخلل ، أوقف المحرك ، وحاول أن تجعله يبدأ مرة ثانية : والمحرك المتعدد الأوجه لا يبدأ ، اذا وجد مصهر محترق . لاصلاح هذه الحالة ، ابحث عن المصهر المحترق ، واستبدل به آخر سليما .

إذا كان المحرك موصلا نجمة ، ثنائيا على التوازي ، فسوف يتولد تيار بالتأثير فى الوجه المفتوح ، مما يتسبب فى حرق الملفات بسرعة ، ويجب منع حدوث ذلك ، لو أمكن .

٢ - تآكل الكراسى . اذا تآكل أحد الكراسى ، فسوف يحتك العضو الدائر على العضو الثابت ، مما يؤدي الى حدوث ضجيج أثناء التشغيل ،

وعندما يصل تآكل الكراسى • ارفع العضو الدائر وافحصه لتجد عليه بقعا ملساء متأكلة ، وتشير هذه الى أن العضو الدائر كان يحتك بالعضو الثابت • والعلاج الوحيد هو استبدال الكراسى بغيرها جديدة •

في المحركات الأكبر حجما ، يمكن معرفة الكراسى المتأكلة باستعمال حساس معاير ، ويظهر هذا النوع من المعايير في شكل ٤ - ١١٦ • يجب أن تكون المسافة الهوائية بين العضو الدائر والعضو الثابت واحدة عند كل النقط شكل ٤ - ١١٧ ، فان لم تكن ، يجب استبدال الكراسى •

٣ - تعدى الحمل • لمعرفة ما اذا كان هناك تعد في الحمل على محرك ثلاثي النوجه ، ارفع الحزام من المحرك ، وحاول ادارة عمود الحمل باليد شكل ٤ - ١١٨ • ويتسبب جزء مكسور عادة أو تعشيق ميكانيكية متسخة في منع العمود من الدوران بحرية •

وفي طريقة أخرى ، يوصل أمبير متر على التوالى مع كل سلك من أسلاك الخط ، فاذا كانت قراءة التيار في الأمبير متر أعلى من الرقم الموجود على لوحة تسمية المحرك ، دل ذلك على وجود تعد في الحمل •

٤ - وجه مفتوح • اذا حدث فتح أثناء دوران المحرك ، فسوف يستمر في دورانه ، ولكن سوف تكون قدرته أقل • ويمكن أن يحدث الفتح في توصيل أحد الملفات أو إحدى المجموعات ، فيمنع المحرك من البدء • وقد يحدث هذا أيضا بسبب سلك مكسور ، أو توصيلة محولة •

اذا تحدد الفتح في ملف ، فقد يكون من اللازم وضع ملف جديد • وعلى كل حال ، اذا كان من المستحيل الحصول على الملف الجديد ، يفصل الملف القديم بالطريقة الآتية :

حدد الملف المفتوح • صل بداية ونهاية الملف المفتوح معا ، كما هو مبين بشكلي ٤ - ١١٩ و ٤ - ١٢٠ • هذا حل مؤقت ، ويجب استخدامه فقط ، عندما تكون إعادة اللف غير عملية ، ولا يمكن استخدامه عندما تكون الملفات جماعية اللف •

اذا حدث فتح في وجه أثناء تشغيل المحرك ، فسوف يستمر في الدوران ، ولكنه سوف لا يبدأ ، اذا حدث الفتح وهو ساكن • وهذه الحالات تشبه تلك التي تنشأ عن احتراق مصهر •

٥ - ملف مقصور أو مجموعة مقصورة • تتسبب الملفات المقصورة في صدور ضجيج عن المحرك أثناء تشغيله ، كما يتصاعد منها الدخان • وبعد تحديد مكان مثل هذه الملفات المعيبة ، بالفحص بالعين المجردة ، أو باختبار توازن ، استبدالها بغيرها جديدة • أو فصلها من الدائرة •

عندما يتداعى عازل المينا الذى على الاسلاك ، تتهشم الملفات المنفصلة وتقتصر ، مما يتسبب فى أن يصبح الملف ساخنًا جدًا ، ثم يحترق • وقد تحترق ملفات أخرى أيضا • فتكون النتيجة حدوث خلل فى مجموعة بأكملها أو وجه • ويختلف الملف المقصور عن الملف المفتوح فى طريقة فصلهما من الدائرة •

عين الملف المقصور بالنظر أو بواسطة الزواى • وينبىء شكل الملف المقصور ورائحته أنه محترق • اقطع الملف بأكمله عند نقطة من الخلف ، وابرام الملفات على الناحيتين ، كما هو بشكى ٤ - ١٢١ ، ٤ - ١٢٢ • تأكد من زوال العازل من فوق الملفات قبل برم الاسلاك معا ، وهذه الطريقة تستعمل أيضا مع الملفات الملفوفة جماعيا • وإذا كانت مجموعة بأكملها محترقة ، يجب إعادة لف المحرك •

٦ - تفكك قضبان العضو الدائر • وهذه سوف تنتج ضجيجا أثناء التشغيل ، كما أنها سوف لا تمكن المحرك من القيام بالحمل • وقد تظهر شرارات بين القضبان والحلقات الطرفية أثناء دوران المحرك •

وفى الاعضاء الدائرة ذات القفص السنجابى : تكون القضبان النحاسية كلها موصلة على جانبى العضو الدائر الى حلقتين طرفيتين • فإذا حدث أن واحدا أو أكثر من هذه القضبان تفكك ، وأصبح غير متلامس مع الحلقتين الطرفيتين ، فقد ينتج عن ذلك خلل فى تشغيل المحرك • وفى كثير من الأحوال لا يدور المحرك •

يمكن العثور على قضبان العضو الدائر المفككة بوضعه على الزواى ، ويجب حدوث اهتزاز فى سلاح منشمار يدوى عند كل قضيب ، ألا كان القضيب مفتوحا • ويمكن أيضا كشف قضبان العضو الدائر المفتوحة بالعين المجردة • والعلاج لهذه الحالة يكون باللحام بالقصدير أو اللحام بصهر الأطراف •

٧ - خطأ في اتصالات الداخلية • توجد طريقة جيدة لمعرفة ما اذا كان المحرك المتعدد الأوجه موصلا بطريقة مضبوطة أو لا ، وتكون برفع العضو الدائر ، ووضع كرسى بلى كبير فى العضو الثابت • ثم يقل المفتاح لمرار التيار فى الملفات • فاذا كانت الاتصالات الداخلية صحيحة ، فسوف يدور كرسى البلى حول قلب العضو الثابت ، كما هو مبين بشكل ٤ - ١٢٤ • واذا كانت الاتصالات غير صحيحة ، فسوف يظل كرسى البلى ساكنا • ويجب استعمال جهد منخفض فى حالة المحركات الكبيرة والمتوسطة الحجم ، والا فسوف ينفجر المصهر •

٨ - كرسى متجمد • اذا لم يوضع الزيت على الجزء من العمود الذى يدور فى الكرسى ، فسوف يسخن العمود ويتمدد لدرجة تمنع حركته فى الكرسى ، وهذا هو ما يطلق عليه الكرسى المتجمد • وأثناء عملية التمدد ، قد يلحم الكرسى نفسه فى العمود ، ويجعل الدوران مستحيلا •

ولاصلاح ذلك ، حاول أن ترفع الغطاءين الجانبيين ، والغطاء الجانبى الذى لا يمكن رفعه بسهولة ، هو الذى يحتوى على الكرسى التالف • ارفع الغطاء الجانبى والمنتج معا كوحدة • أمسك بالمنتج فى وضع ثابت ، ولف الغطاء الجانبى الى الامام والى الخلف ، فاذا كان من المستحيل تحريك الغطاء الجانبى ، فك المسمار المحوى الضابط الذى يمسك بالكرسى مع الغلاف ، وحاول أن ترفع المنتج والكرسى معا كوحدة • كن حريصا على جعل حلقة الزيت منفصلة عن الكرسى أثناء القيام بهذه العملية • يمكن بعد ذلك رفع الكرسى بالطرق عليه خفيفا بمطرقة •

قد يصبح من اللازم خراط العمود على المخرطة بمقاس جديد ، وعمل كرسى جديد • واذا كان المستعمل كرسى بلى ، استبدله بآخر جديد •

٩ - عيب فى المنظم • اذا كانت نقط التلامس على المنظم لا تعمل اتصالا جيدا ، فسوف يعجز المحرك عن البدء • ولتحديد الخلل واصلاح هذه الوحدة ، انظر الباب الخامس •

١٠ - ملفات متماسة مع الأرض • سوف ينتج عن هذه صدمة كهربية عند لمس المحرك • واذا كانت الملفات متماسة مع الارض فى أكثر من مكان واحد ، فسوف تحدث دائرة قصر ، مما يؤدى الى حرق الملفات ، ويحتمل أن ينفجر المصهر • ابحث عن الملفات المتماسة مع الأرض بوساطة مصباح اختبار ،



وقم بالاصلاح اللازم ، بإعادة اللف ، أو بوضع ملف آخر بدلا من الملف المعيب .

١١ - وجه معكوس . سوف يؤدي ذلك الى دوران المحرك بسرعة أبطأ من سرعته المعتادة ، وصدور طنين كهربى ، مشيرا الى توصيلات خاطئة ، راجع التوصيلات ، ثم أعد توصيلها على الوجه الصحيح .

١٢ - فتح فى التوصيل على التوازي . يؤدي ذلك الى حدوث ضجيج وطنين ، كما أنه يمنع المحرك من القيام بحمله الكامل . راجع اقفال الموائير المتوازية .

### مفتاح البدء ذو الزر الضاغط للمحركات ذات القدرة الكسرية الحصان

هذا نوع بسيط من المفاتيح ، مهمته توصيل المحرك على الخط مباشرة .  
ويوجد على المفتاح زران ضاغطان : أحدهما للبدء ، والآخر لاييقاف المحرك .  
عند الضغط على زر البدء تقفل نقطتا التلامس داخل المفتاح وتوصلان المحرك على الخط . عند الضغط على زر الايقاف تنفصل نقطتا التلامس ، وتفتح دائرة توصيل المحرك الى الخط . شكل ٥ - ١ يبين هذا النوع .

يزود النوع المعتاد من مفاتيح البدء ذات الزر الضاغط بجهاز حرارى لتعدى الحمل ، ويوصل على التوالى مع الخط ، وهو يفتح دائرة التوصيل الى المحرك عندما يمر تيار كبير نتيجة لتعدى الحمل ، ويستمر مروره فترة قصيرة من الوقت . شكل ٥ - ٢ يبين أحد أنواع أجهزة تعدى الحمل ، وهو يتكون من أسطوانة صغيرة تحتوى على سبيكة من المعدن ، تنصهر عندما يستمر وجود تعدى الحمل . ويوجد عمود صغير مدفون فى المعدن ، وتركب عليه عجلة مسننة . بعد الضغط على زر البدء يبقى محوره فى وضعه الجديد بفعل لولب مربوط بالعجلة المسننة . عندما يمر تيار زائد خلال جهاز تعدى الحمل ، تنصهر السبيكة التى فى الاسطوانة فيمكن للعجلة المسننة أن تتحرك وتطلق سراح اللولب ، وينتج عن ذلك أن يقفز مفتاح البدء الى وضع عدم التوصيل ، ويفصل المحرك عن الخط . ولبدء المحرك مرة أخرى يجب الانتظار عدة لحظات حتى تعود السبيكة الى حالة الصلابة .

يوجد نوع آخر من المفاتيح ، يستعمل مع المحركات ذات القدرة الكسرية الحصان ، وهو من النوع العادى الذى يعمل بطريقة القطع المفاجئ .  
ويحتوى هذا المفتاح على متمم حرارى لتوفير الحماية من تعدى الحمل . يوصل ملف من سلك ذو مقاومة عالية على التوالى مع أحد أطراف المحرك ، بحيث يسخن عندما يمر فيه التيار الزائد . ويوجد بداخل الملف طبقة من مادة لحام تنصهر بالحرارة المتولدة . وعندما تنصهر مادة اللحام ينطلق زنناد ، فتنفصل نقط التلامس على المفتاح .

يمكن استخدام معظم هذه البادئات مع المحركات المفردة ، أو الثنائية ، أو الثلاثية الوجه . يبين شكل ٥ - ١ رسما لبادئ ذى زر ضاغط لمحرك مفرد الوجه ، كما يبين شكل ٥ - ٣ مثل هذا البادئ موصلا الى محرك ثلاثى الوجه ، وفى أى من الحالتين يقفل زر البدء ، عند الضغط عليه ، نقط

## الباب الخامس

### تنظيم تشغيل محركات التيار المتردد

إذا وصل محرك تيار متردد على جهد الخط بأكمله عند البدء ، فسوف يسحب تيارا يبلغ من ضعفين الى ستة أضعاف تيار التشغيل المعتاد . ولما كان المحرك مصمما على أساس أن يتحمل صدمة البدء ، فسوف لا يحدث أى ضرر نتيجة لمرور هذا التيار الزائد . ويستحب فى المحركات الكبيرة عموما ، على كل حال ، اتخاذ الخطوات اللازمة نحو تقليل تيار البدء ، والا فقد يلحق التلف بالآلات التى يديرها المحرك ، كما يمكن أن تنشأ فى الخط بعض الاضطرابات ، التى تؤثر على تشغيل المحركات الأخرى ، الموصلة على نفس الخط .

فى المحركات الصغيرة ، أو عندما يكون الحمل قادرا على تحمل صدمة البدء ، وحين لا تتولد فى الخط اضطرابات غير مستحبة ، يمكن استعمال مفتاح بدء ينوى أو آلى للتحكم فى المحرك . هذا النوع من المفاتيح يوصل المحرك على الخط مباشرة ويطلق عليه « منظم البدء على الخط » .

فى حالة المحركات الكبيرة ، التى يجب أن يتولد عزم الدوران الابتدائى فيها تدريجيا ، أو عندما يتبين أن التيار الابتدائى الكبير سوف يؤثر على جهد الخط ، يصبح من اللازم ادخال جهاز مع الخط ، تكون مهمته تقليل تيار البدء . ويحتمل أن يكون هذا الجهاز وحدة مقاومة ، أو محولا ذاتيا . ويطلق على المنظمات التى تستعمل هذه الطريقة فى بدء المحرك اسم « منظمات البدء بجهد مخفض » . وتستخدم المنظمات أيضا لحماية المحرك من السخونة الزائدة ، ومن تعدى الحمل ، ولتنظيم السرعة ، ولعكس اتجاه دوران المحرك ، ثم للحماية من انخفاض الجهد .

فيما يلى أنواع المنظمات الشائعة الاستعمال والتى سوف نقوم بوصفها:

مفتاح البدء ذو الزر الضاغط للمحركات الصغيرة . منظم البدء اليدوى للمحركات التنافرية . منظم البدء على الخط المغناطيسى . منظم البدء بجهد منخفض ذو المقاومة . منظمات البدء المعوضة . بادىء نجمة - دلتا . منظم السرعة الشنائية . المنظم الفرمل ذو الأصابع .

التلامس ل ١ ، ل ٢ ، ويوصل المحرك الى الخط . فاذا حدث تمدد للمحمل ، فان المتمم الحرارى سوف يطلق الجاز الفاتح ، مما يؤدي الى فصل نقط التلامس ، ووقف المحرك . ولإعادة الجهاز الفاتح الى وضعه الاصلى ، يكون من اللازم إعادة الضغط على زر الايقاف . واذا كان من الضروري وقف المحرك أثناء تشغيله انعادى ، فان نقط التلامس تنفصل بمجرد الضغط على زر الايقاف .

### البادى اليدوى للمحركات التنافرية

فى شكل ٥ - ٤ يظهر بادى يدوى منخفض الجهد لمحرك تنافوى تأثيرى . ويمكن الحصول على الجهد المنخفض بتوصيل مقاومة على النوالى مع المحرك ، ثم تقليل قيمة المقاومة الداخلة فى الدائرة بالتدريج ، وذلك بتحريك اليد الموجودة على لوحة التنظيم . ولهذا البادى ثلاثة أطراف مرقومة ل ١ ، ل ٢ ، ت ٣ ، وموجودة على اللوحة الامامية .

يوجد على لوحة التنظيم ملف ، يوصل الى الخط بمجرد رفع اليد الى أعلى . وعندما تصل اليد الى نقطة التلامس الاولى ، يمر التيار من ل ١ خلال اليد الى نقطة التلامس الاولى ، ثم يمر خلال المقاومة كلها وخلال المحرك حتى يصل الى ل ، كما يوجد طريق آخر للتيار يمر بالملف . وفى أثناء ازدياد سرعة المحرك ، ترفع اليد ببطء لمنع تزايد التيار . وعندما تصل اليد الى آخر نقط التلامس ، يصبح المحرك موصلا على الخط ، ويحفظ الملف اليد فى هذا الوضع . واذا حدث لى سبب من الأسباب أن انخفض الجهد الموجود على الملف انذى يحفظ اليد فى وضعها الأخير ، فان اليد سوف تنطلق فى الحال الى وضعها الاصلى ، ويقف المحرك .

### البادى على الخط المغناطيسى

يطلق على البادى الذى يوصل المحرك مباشرة على الخط اسم « البادى على الخط » . فاذا كان تشغيل هذا البادى يتم بالتأثير المغناطيسى ، أطلق عليه اسم انبادى على الخط المغناطيسى ، ويبين شكل ٥ - ٥ بادئا مغناطيسيا مصمما لتشغيل محرك ثلاثى اوجه . ويوجد بهذا البادى عادة ثلاث نقط تلامس رئيسية ، وهى التى توصل المحرك مباشرة على الخط عند اقفالها ، كما يوجد به أيضا ملف مغناطيسى حافظ ، وهو الذى يقفل نقط التلامس الرئيسية عند تغذيته بالتيار ، كما يقفل فى نفس الوقت نقطتا تلامس مساعدة أو حافظة ، وهى التى تحفظ مرور التيار فى الملف الحافظ ، وتكون فى العادة مفتوحة . وترتبط نقط التلامس الرئيسية

والمساعدة عموما معا بوساطة قضيب عازل ، بحيث تقفل نقط التلامس كلها عند مرور التيار فى الملف الحافظ . ومن الواضح أنه يمكن تشغيل مفتاح مغناطيسى بأى حجم بمجرد امرار تيار صغير فى الملف الخاص به .

يفضى الملف الحائط الموجود على بادىء مغناطيسى للتيار المتردد بتيار متغير القيمة ، وعلى ذلك فان قوة جذب لا تكون ثابتة ، وانما تتغير تبعا لذبذبات التيار ، وسوف يؤدى ذلك الى حدوث رعشة . وللتغلب على هذه الحالة يزود قلب المغناطيس بملف مظلل تكون مهمته انتاج مجال مغناطيسى متخلف . ويكون الملف المظلل عبارة عن ملف صغير مكون من لفة واحدة من النحاس ، مدفون فى القلب ومحيط بجزء من حافته . ويكفى التيار المنتج بالتأثير فى هذا لكى يجعل المغناطيس يحتفظ بنقط التلامس مقفلة فى فترة انعكاس التيار . تجد فى شكل ٥ - ٦ صورة كاملة لبادىء مغناطيسى .

يمتاز البادىء المغناطيسى على البادىء اليدوى بأنه يمكن تشغيله بمجرد الضغط على الزر الضاغط ، الذى قد يوضع على مسافة كبيرة من البادىء والمحرك على حد سواء . بهذا تتوافر الراحة والأمان فى تشغيل ووقف المحرك ، وبخاصة اذا كان من النوع الذى يشتغل على جهد عال ، أو اذا كان من اللازم تشغيله من نقطة أو نقطتين بعيدتين .

### متممات تعدى الحمل

يوجد بكل البادئات المغناطيسية تقريبا جهاز لتعدى الحمل ، تكون مهمته حماية المحرك من انتيار الزائد . ويستخدم فى البادئات المغناطيسية نوعان من متممات تعدى الحمل ، وهى تعتمد اما على التأثير المغناطيسى أو التأثير الحرارى فى عملها .

شكل ٥ - ٧ يبين متمما حراريا . ويتكون هذا المتمم أساسا من ملف تسخين صغير ، موصل على التوالى مع الخط ، وهو يولد حرارة بفعل مرور التيار فيه ، وتتوقف كمية هذه الحرارة على قيمة التيار المار فى الخط . ويوجد بجانب الملف ، أو بداخله مباشرة ، شريط يتكون من معدنين . هذا الشريط مثبت عند أحد طرفيه ، وحر الحركة عند الطرف الآخر . ولما كان معامل التمدد لكل من المعدنين المكونين للشريط مختلفا عن الآخر ، فان الشريط سوف ينحني عند تسخينه . ويفضل الطرف الحر للشريط فى العادة نقطتى تلامس دائرة التنظيم ، فاذا حدث تعد للحمل ، يسخن الملف شريط المعدن المزدوج بحيث ينحني ، فيفتح نقطتى التلامس ، وهذا يؤدى الى فتح دائرة الملف الحافظ ، فيقف المحرك .

## المحطات ذات الزر الضاغط

يحدث التحكم في البادئات المغناطيسية بوساطة محطات ذات زر ضاغط .  
وتحتوى معظم المحطات الشائعة الاستعمال على زر للايقاف ، كما هو مبين  
بشكل ٥ - ٨ . عند الضغط على زر البدء ، تقفل نقطتا تلامس تكونان في  
العادة مفتوحتين ، وعند الضغط على زر الايقاف ، تفتح نقطتا تلامس تكونان  
في العادة مقفلتين . وتعود الأزرار الى وضعها الاصلى بفعل لولب ، وذلك  
عند رفع ضغط الاصبع عنها . ولتشغيل مفتاح مغناطيسى بوساطة محطة  
بدء - ايقاف ، يصبح من اللازم توصيل الملف الحافظ على نقطتى تلامس  
المحطة ، بحيث يمر التيار فى الملف عند الضغط على زر البدء ، وبحيث تفتح  
دائرة الملف عند الضغط على زر الايقاف .

شكل ٥ - ٥ يبين بادئا على الحط مغناطيسيا ، وهو مزود بمتممين  
حراريين لتعدى الحمل ، وموصل الى محطة بدء - ايقاف ذات زر ضاغط .  
شكل ٥ - ٩ يبين رسما مبسطا لنفس البادى . وفى الرسومات التالية سوف  
تبين دوائر المحرك بالخطوط الثقيلة ، وتبين دوائر التنظيم بخطوط رفيعة .  
وفيما يلى طريقة تشغيل هذا البادى :

عند الضغط على زر البدء ، شكل ٥ - ٥ ، تكمل الدائرة من ل ١ الى  
نقطتى تلامس متمم تعدى الحمل المقفلة عادة ، ثم خلال الملف الحافظ الى  
ل ٣ . وبذلك يمر التيار فى الملف الحافظ : فيقفل نقط التلامس أ ، ب ، ج ،  
ويوصل المحرك على الخط . وتكمل الدائرة الحافظة عن طريق النقطة ٢ ،  
وهى التى تحفظ استمرار مرور التيار فى الملف الحافظ بعد رفع الاصبع  
عن زر البدء . وعند الضغط على زر الايقاف تفتح دائرة الملف ، فيؤدى  
ذلك الى فتح كل نقط التلامس . واذا حدث تعد للحمل فى أثناء التشغيل ،  
واستمر فترة من الوقت ، فان نقطتى تلامس متمم تعدى الحمل تفتحان ،  
فيمنع مرور التيار فى الملف الحافظ . واذا أدت حانة تعدى الحمل الى  
تشغيل المتمم ، يصبح من اللازم اعادة نقطتى تلامس المتمم باليد الى وضعهما  
الاصلى ، قبل أن يمكن بدء المحرك من جديد .

شكل ٥ - ١٠ يبين محطة البدء - ايقاف موصلة بطريقة مختلفة .  
شكل ٥ - ١١ يبين رسما خطيا للبادى . يستخدم الملف م لاقفال  
نقط التلامس الرئيسية م . ت . ح . مكان اقفال نقطتى تلامس متمم تعدى  
الحمل المقفلتين عادة .

تقوم كل مصانع أجهزة التنظيم بانتاج ابادئات على الحط المغناطيسية ،  
وشكل ٥ - ١٢ يبين منظما مثاليا تنتجه شركة آلن برادلى .

## توصيلات محطة بدء - إيقاف

سوف نقسوم بتوضيح عدد من دوائر التنظيم بالرسم ، وهى التى تستخدم فى مجموعات مختلفة من المحطات ذات الزر الضاغط . ويوجد فى كل هذه الرسومات نوع واحد للمفتاح المغناطيسى ، ولكن يمكن استعمال أنواع أخرى . وشكل ٥ - ١٣ يمثل مفتاحا مغناطيسيا يمكن تشغيله من أى من محطتين ، وترى الأزرار الضاغطة مبينة فى وضعين . وشكل ٥ - ١٤ يبين رسما خطيا لدائرة تنظيم محطتى بدء - إيقاف . وشكل ٥ - ١٥ يوضح دائرة تنظيم لثلاث محطات بدء - إيقاف . وفى كل هذه الرسومات ، توصل أزرار البدء على التوازي ، وتوصل أزرار الإيقاف على التوالي ، وهذا ما يجب عمله ، مهما يكن عدد المحطات . لاحظ أن التلامس الحافظ يوصل دائما على طرفى زر البدء . توصل كل أزرار الإيقاف على التوالي معا وعلى التوالي مع الملف الحافظ ، وذلك حتى يمكن وقف المحرك من أى مكان فى حالة الطوارئ .

## المتابعة

يمكن اعداد المفاتيح المغناطيسية بحيث تكون متابعة أو متقطعة . وبهذه الطريقة يمكن تشغيل المحرك أثناء الضغط على زر المتابعة فقط ، وبمجرد رفع الضغط عنه يوقف المحرك .

وزر المتابعة هو زر اضافى موجود على محطة البدء - إيقاف ، وله أربع نقط تلامس ، اثنتان منها تكونان فى العادة مقفلتين ، واثنان منها تكونان فى العادة مفتوحتين . وشكل ٥ - ١٦ يبين الطريقة التى توصل بها مثل هذه المحطة مع مفتاح مغناطيسى ، وفيما يلى طريقة التشغيل فى هذا الرسم :

عند الضغط على زر البدء ، تقفل نقطتا التلامس عليه ، وتكمل الدائرة من ل<sub>١</sub> من خلال نقطتى تلامس زر المتابعة المقفلتين عادة ، وزر الإيقاف ، ونقطتى تلامس تعدى الحمل ، والملف الحافظ ، ثم الى الخط ل<sub>٢</sub> ، وبذلك يمر التيار فى الملف الحافظ ، فيحدث التوصيل عند أ ، ب ، ج ، ويصبح المحرك موصلا على الخط . ويعمل التلامس الحافظ على بقاء الملف الحافظ فى الدائرة بعد رفع الاصبع من فوق زر البدء . وعند الضغط على زر الإيقاف تفتح دائرة الملف ، فيقف المحرك .

إذا ضغط على زر المتابعة ، تكمل الدائرة من ل<sub>١</sub> الى نقطتى تلامس زر المتابعة المفتوحتين عادة ، وخلال نقطتى تلامس زر المتابعة وخلال زر الإيقاف ،

ونقطتى تلامس تعدى الحمل ، ثم الملف الى الخط لـ . وبذلك يمر التيار فى الملف ، مما يؤدى الى عمل التلامس مع الخط وتوصيل المحرك اليه . ويتم التلامس الحافظ أيضا ، ولكن الدائرة تكون مقطوعة عند زر المتابعة ، وبذلك تصبح غير فعالة . وعند رفع الضغط عن زر المتابعة يقف مرور التيار فى الملف الحافظ ، فيقف المحرك . وبين شكل ٥ - ١٧ و ٥ - ١٨ دائرة التنظيم فى محطة بدء - متابعة - ايقاف ، ومحطتى بدء - متابعة - ايقاف ، فيما عدا أن الأزرار موجودة فى وضع مختلف . ويوجد فى شكل ٥ - ٢١ رسم يبين طريقة أخرى لتوصيل مثل هذه المحطة .

فى اتوصيلات التى تشتمل على زر متابعة ، ينشأ الخطر من أن البادى يمكن أن يعلق فى الدائرة خلال نقطتى تلامس مفتاح المتابعة المقفلتين عادة ، عندما يقطع الزر عائدا بسرعة . ولجعل التشغيل مأمونا ، يمكن استخدام محطة بسيطة ذات زررين ، وفيها يستخدم زر البدء للمتابعة كما يستخدم للتشغيل . ويحتوى هذا النوع من المحطات على مفتاح على اللوحة ، يجعل من الممكن استعمال زر البدء اما كزر بدء أو كزر متابعة . وشكل ٥ - ٢٢ يبين اللوحة فى مثل هذه المحطة ، كما يبين شكل ٥ - ٢٣ هذه المحطة موصلة الى مفتاح مغناطيسى . وشكل ٥ - ٢٤ يبين رسما خطيا لدائرة التنظيم .

وتوجد طريقة أخرى للحصول على متابعة مأمونة ، وذلك باستعمال متمم متابعة ، كما يظهر فى شكل ٥ - ٢٥ و ٥ - ٢٦ . وعندما يستعمل متمم متابعة ، لا يحتاج زر المتابعة إلا الى أن تكون نقطتا تلامسه مفتوحتين عادة فقط . وميزة هذه الطريقة فى المتابعة ، أنه مهما يكن اهمال العامل فى استعمال آتته ، فان بادىء المحرك لا يمكن أن يعلق .

عند الضغط على زر البدء يمر التيار فى ملف المتمم ، وبذلك تقفل نقط تلامس المتمم ١ مم ، ٢ مم - تقفل ١ مم دائرة الملف الحافظ مما يؤدى الى اقفال التلامس عند ف . ح . وبذلك تكمل الدائرة الحافظة التى تحتوى على الملف عند رفع الضغط عن الزر ، وفى نفس الوقت تنم جميع التلامسات الرئيسية ، فتقفل الدائرة الى المحرك . واذا ضغط على زر المتابعة عندما يكون المحرك ساكنا ، تتكون دائرة يدخل فيها الملف الحافظ طوال مدة الضغط على الزر فقط ، ومن المستحيل أن يعلق البادى مهما تكن السرعة التى يرفع بها الاصبع من فوق الزر .



## محطات بدء - ايقاف بضوء مرشد

يكون من الحكمة فى بعض الأحيان استعمال ضوء مرشد على محطة الزر المضغط ، لبيان ما اذا كان المحرك دائرا . ويوضع المصباح عادة فوق المحطة ، ويوصل عبر الملف الحافظ . وشكلا ٥ - ٢٧ و ٥ - ٢٨ يوضحان مثل هذه التوصيلة ، كما تظهر صورة المحطة فى شكل ٥ - ٢٩ .

## البادى العاكس على الخط

البادئات المغناطيسية المبينة حتى الآن مصممة على أساس تشغيل المحرك فى اتجاه واحد ، اما فى اتجاه عقربى الساعة ، واما فى عكس اتجاه عقربى الساعة . فاذا كان من الضرورى عكس اتجاه دوران المحرك ، يجب تغيير توصيلاته .

وفى بعض الاستعمالات مثل وسائل النقل ، والرافعات ، وآلات الورش ، والمصاعد ، وغيرها ، نحتاج الى بادى للمحرك يمكنه أن يعكس اتجاه دورانه عند الضغط على زر . وعلى ذلك يمكن تبديل توصيل طرفين من أطراف الخط ، لعكس اتجاه دوران محرك ثلاثى التوجه ، بوساطة مفتاح مغناطيسى عاكس . وشكل ٥ - ٣٠ يبين بادى عاكس من هذا النوع . ويبين شكلا ٥ - ٣١ و ٥ - ٣٢ دائرة التوصيل . لاحظ أنه يلزم استخدام محطة أمام - بالعكس - ايقاف بثلاثة أزرار ، كما يلزم استعمال ملفى تشغيل ، أحدهما للدوران فى الاتجاه الأمامى ، والآخر للدوران فى الاتجاه العكسى .

تستعمل مجموعتان من نقط التلامس الرئيسية والمساعدة ، تقفل مجموعة منهما عندما يراد الدوران فى الاتجاه العكسى . وتوصل نقط التلامس هذه بطريقة تجعل سلكين من أسلاك الخط التى تغذى المحرك يبدلان توصيلهما عند اقفال نقط التلامس الخاصة بالدوران العكسى .

عند التشغيل بالضغط على زر الامام ، تكمل الدائرة من ل<sub>١</sub> خلال نقطتى تلامس تعدي الحمل ، وزر الايقاف ، وزر الامام ثم منف الامام الى ل<sub>٢</sub> . وبذلك يمر التيار فى الملف الذى يقفل نقط التلامس لتشغيل المحرك فى الاتجاه الأمامى . وتقفل نقط التلامس المساعدة أيضا ، فتحفظ مرور التيار خلال الملف ف عند رفع الضغط عن الزر . والضغط على زر الايقاف يفتح دائرة ملف الامام الذى يفتح بدوره كل نقط التلامس . والضغط على زر انعكس يؤدي الى مرور التيار فى ملف انعكس الذى يقفل كل نقط تلامس

العكس . وفى هذه الحالة تكون اثنائتان ت ١ ، ت ٣ قد بدلتا توصيلهما فيعكس اتجاه دوران المحرك .

تزود البادئات العاكسة فى العادة بقفل آلى على شكل قضيب تكون مهمته منع نقط تلامس العكس من انقفل عندما تكون نقط تلامس الامام مقفلة . وهذا القضيب مثبت فى عمود عند منتصفه ، وعندما تقفل نقط تلامس الامام يتحرك معها القضيب الى وضع ، يستحيل فيه أن تقفل نقط تلامس العكس .

تزود كل هذه البادئات بتميمات تعدى الحمل ، وتكون عموما من نوع المتمم الحرارى . وبينما نجد فى بعض البادئات مجموعتين من نقط التلامس المتممة ، واحدة لكل قسم ، نجد فى بعض البادئات الأخرى مجموعة واحدة فقط من نقط التلامس ، تستعمل مع المتممين .

يستخدم فى بعض الأحيان أكثر من محطة أمام - عكس - ايقاف للتحكم فى مفتاح مغناطيسى عاكس . وتبين الأشكال ٥ - ٣٣ و ٥ - ٣٤ و ٥ - ٣٥ رسم التوصيلات لمحطتين من هذا النوع فى أوضاع مختلفة .

يمكن اغلاق كثير من المنظمات العاكسة كهربيا خلال محطة الزر الضاغط ، الى جانب احتوائها على قفل آلى . وتكون نقط تلامس الأزرار الضاغطة فى هذه المجموعة مرتبطة ببعضها بطريقة تجعل من غير الممكن مرور التيار فى ملفى الامام والعكس فى وقت واحد . وبهذا الترتيب يصبح من الممكن أيضا عكس اتجاه دوران المحرك من أزرار الامام والعكس بدون الحاجة الى تشغيل زر الايقاف . وشكل ٥ - ٣٦ يبين رسما للاسلاك فى هذه التوصيلة . لاحظ أن لكل من زرى الامام والعكس أربع نقط تلامس ، اثنتان مقفلتان فى العادة ، واثنتان مفتوحتان . ويبين شكلا ٥ - ٣٧ و ٥ - ٣٨ عدة دوائر للتحكم فى هذا النظام ، كما يوجد رسم تخطيطى فى شكل ٥ - ٣٩ .

عند التشغيل ، يضغط على زر الامام ، فتقفل الدائرة من ل ١ ، خلال زر الايقاف : فنقطتى التلامس العلويتين لزر العكس ، فنقطتى التلامس السفليتين لزر الامام ، الى ملف ، فنقطتى تلامس تعدى الحمل ثم الى ل ٢ . وتحفظ نقطتا التلامس الحافظتان للملف الامام مرور التيار فيه بعد رفع الضغط عن الزر . واذا ما ضغط على زر العكس أثناء دوران المحرك فى الاتجاه الامامى ، تقطع الدائرة التى تحتوى على ملف الامام فى الحال ، وتتكون دائرة خرى للملف العكس .

توجد تصميمات عديدة للمفاتيح المغناطيسية العاكسة • ويبين شكل ٥ - ٤٠ بادئا يشبه ذلك الذى فى ٥ - ٣١ ، فيما عدا أن نقط التلامس للدوران فى اتجاه العكس موضوعة تحت نقط التلامس للدوران فى اتجاه الامام بدلا من أن تكون الى اليمين ، وتشغيل هذا البادى يشبه تماما تشغيل البادى الذى فرغنا توا من وصفه •

### البادى بجهد مخفض ذو المقاومة

إذا وصل محرك ذو قفص سنجابى مباشرة على الخط ، فسوف تكون قيمة تيار البدء عدة أضعاف قيمة تيار التشغيل العادى ، وقد يتسبب مرور هذا التيار غير المألوف فى المحركات الكبيرة جدا فى إلحاق الضرر بالآلات المدارة • وتندر ملاحظة هذا التأثير الضار فى المحركات الصغيرة ، بحيث يمكن استخدام البادئات على الخط بأمان • وقد يكون من اللازم فى بعض الأحيان ، على كل حال ، استخدام بادى يحفظ تيار البدء عند قيمة مأمونة ألغواقب • وتتوقف الحاجة الى هذه البادئات على تكوين المحرك ، وعلى الغرض الذى يستخدم فيه المحرك ، الى حد كبير •

سوف نتناول بالبحث فى هذا القسم المنظمات الآتية : بادئات المقاومة الابتدائية ، بادئات المقاومة الثانوية ، بادئات المحول الذاتى - المعوضة بادئات النجمة - دلتا •

### بادئات المقاومة الابتدائية

تنخفض قيمة التيار المار فى محرك الى حد كبير اذا وضعت وحدات مقاومة على التوالي مع الخط • وسوف يبدأ المحرك دورانه ببطء ، وكلما زادت سرعته ، أنتج قوة دافعة كهربية مضادة تعمل على حفظ تيار الخط عند قيمة معتادة • ونتيجة لذلك ، يمكن رفع المقاومة من الدائرة عندما يصل المحرك الى سرعة معينة ، فيشتغل على الجهاز الكامل للخط •

ويمكن استخدام بادئات المقاومة اما فى دائرة العضو الثابت (الابتدائية) أو فى دائرة العضو الدائر (الثانوية) ، وفى هذه الحالة الأخيرة يستخدم عضو دائر ذو حلقات انزلاقية ثلاث •

### بادىء المقاومة من نوع الريوستات

يوجد نوعان من بادئات المقاومة الابتدائية ، بادئات المقاومة اليدوية من نوع الريوستات ، وبادئات المقاومة الآتية • شكل ٥ - ٤١ يمثل بادئا من نوع الريوستات لمحرك ثلاثى الوجه ويمكن استعماله أيضا مع محرك

ثنائي الوجه أو محرك تنافري تأثيري • وتوصل المقاومة في اثنين من الخطوط الثلاثية الوجه ، كما يتكون ذراع هذا الريوستات من قسمين معزولين عن بعضهما • ويوجد تحت كل قسم شريط معدني ، مصنوع عادة من النحاس ، وهو يركب على نقط التلامس المتصلة بنقط تقسيم المقاومات •

وعند تحريك الذراع تنفصل أقسام من المقاومة ، مما يؤدي الى ازدياد سرعة المحرك • والبادئ مصنوع بطريقة تجعل قيدا متساوية من المقاومة تنفصل عن كل خط أثناء تحريك الذراع •

نزود بعض البادئات بملف حافظ ، يحفظ الذراع عند نقطة التلامس الاخيرة ، ويستعمل الريوستات للبدء فقط • ويمكن في بعض الحالات الاخرى بقاء الذراع عند أى وضع ، وذلك بقصد تنظيم السرعة • وتنخفض قيمة عزم الدوران الابتدائي الى حد كبير عند استعمال بادئ المقاومة ، وذلك لان انخفاض الجهد الناتج من وجود المقاومة يحول معظم الطاقة اللازمة للبدء الى حرارة •

### بادئ المقاومة الابتدائي الآلي

يبين شكل ٥ - ٤٢ يادئ مقاومة يعمل بالتأثير المغناطيسي • وتستعمل في هذا البادئ ثلاث وحدات من المقاومة ، ويبين الرسم مجموعتين من نقط التلامس • عندما تقفل نقط التلامس المرقومة س ، تدخل وحدة مقاومة على التوالي مع كل خط من الخطوط المغذية للمحرك ، وبذلك يبدأ الدوران ببطء وعلى جهد منخفض • وبعد فترة محددة من الوقت تقفل مجموعة أخرى من نقط التلامس ر أيضا ، فتفصل المقاومة وتضع المحرك على الخط مباشرة • وشكل ٥ - ٤٣ يبين رسما مبسطا لهذا البادئ ، وفيما يلي طريقة عمله :

عند الضغط على زر البدء تكمل الدائرة من ل<sub>١</sub> خلال الملف س الى الخط ل<sub>٢</sub> ، وبذلك يمر التيار في الملف س ، فيقفل نقط تلامس البدء ، ويبدأ المحرك دورانه ببطء • وعند اقفال نقط تلامس البدء تقفل نقطتا تلامس القفل المساعدة لكي تكمل الدائرة خلال الملف س • وفي نفس الوقت يبدأ وعاء احتكاك ، أو جهاز توقيت يتحرك ، وبعد وقت معلوم تقفل مجموعة أخرى من نقط التلامس وتكمل الدائرة خلال الملف ر • وعند مرور التيار في هذا الملف يعمل على اقفال مجموعة أخرى من نقط التلامس ، وهذه تفصل المقاومة وتوصل المحرك على الخط • وبضغط على زر الايقاف تفتح جميع

الدوائر التي تمر بالملفات الحافظة ، وبذلك تفتح كل نقط التلامس في المحرك .

إذا حدث تعدد للحمل واستمر فسوف يتسبب في تسخين كل وحدات التسخين التي سوف تفتح نقط تلامس تعدى الحمل حينئذ ، مؤدية بذلك الى فتح دوائر الملف الحافظ . ولبدء المحرك مرة ثانية ، يجب إعادة ضبط نقطتي تلامس تعدى الحمل قبل أن تصبح دوائر الازرار الضاغطة قابلة للتشغيل . سوف تجد وصفا لآناء الاحتكاك وطريقة تشغيله ، وكذلك لجهاز توقيت ، تحت عنوان البادئات الميكانيكية ذات الوقت المحدد ، في الباب الثامن الخاص بمنظمات التيار المستمر .

في بادئي المقاومة اللذين فرغنا توا من شرحهما ، توضع وحدات مقاومة على التوالي مع الخط ، وبذلك ينخفض الجهد الموجود على ملفات العضو الثابت ، ويطلق على هذه بادئات المقاومة الابتدائية ، ويكون عزم الدوران الابتدائي المتولد في المحرك صغيرا نسبيا عند استخدام هذا النوع من البادئات .

### بادئ المقاومة الثانوية

إذا وضعت المقاومة في دائرة العضو الدائر أو الدائرة الثانوية ، أمكن رفع قيمة عزم الدوران الابتدائي بصورة ملموسة . ويمكن الوصول الى ذلك باستخدام عضو دائر للمحرك من النوع الملفوف ، ووضع المقاومة في دائرة ملفات العضو الدائر .

ويحتوى العضو الدائر لهذا النوع من المحركات على ملفات ثلاثية الوجه ، موصلة نجمة ، وتتصل أطرافها بثلاث حلقات انزلاقية مثبتة على عمود العضو الدائر . ويوصل العضو الثابت لهذا المحرك ، الى الخط عن طريق مفتاح ذى ثلاث أفرع بها مصهرات ، أو بادئ مغناطيسى على الخط .

وفيما يلي أساس طريقة التشغيل :

إذا كانت الحلقات الانزلاقية اثلاث مقصورة ، فانها تعمل كما لو كان المحرك يحتوى على ملفات قصص سنجابى . وهذا المحرك سوف يسحب تيارا زائدا ، إذا وصل مباشرة على الخط . وإذا وصلت الحلقات الانزلاقية ، على كل حال ، مع ثلاث وحدات مقاومة ، فسوف يمر تيار أقل بقليل في أسلاك الخط . وسوف يبدأ المحرك الدوران ببطء ، ومع ازدياد سرعته تفصل المقاومة تدريجيا حتى يصل المحرك الى سرعته الكاملة .

يبدأ هذا النوع من المحركات دورانه دائما والمقاومة بأكملها في الدائرة .  
 وفي شكل ٥ - ٤٤ ، يقلل المفتاح اليدوي أولا ، ثم تحرك اليد على بادئ  
 المقاومة ببطء في اتجاه عقرب الساعة حتى تفصل المقاومة كلها من الدائرة .  
 وهذا يرفع سرعة المحرك تدريجيا الى أن يدور بسرعيته الكاملة . وتستخدم  
 هذه المنظمات أيضا في تغيير السرعة ، وبذلك يمكن الحصول على أى سرعة  
 مرغوبة . يبين شكل ٥ - ٤٥ بادئ مقاومة يستخدم فيه مفتاح مغناطيسي  
 للتوصيل على الخط .

تصمم بادئات المقاومة للعضو الدائر الملفوف بحيث تعمل بالتأثير  
 المغناطيسي ، كما يمكن تشغيلها باليد . وشكل ٥ - ٤٦ يبين رسما أوليا  
 لبادئ بسيط تزداد فيه السرعة على درجتين . وعند التشغيل ، يضغط  
 على زر البدء ، فيمر التيار في الملف س ، وهذا يؤدي الى اقفال كل نقط  
 التلامس س ، فيصبح العضو الثابت موصلا مباشرة على الخط ، كما يصبح  
 العضو الدائر موصلا على التوالي مع وحدات المقاومة . ويمنع جهاز نوقيت ،  
 من النوع ذى اناء الاحتكاك ، أو ذى الرقاص ، أو من أى نوع آخر ذى وقت  
 محدد ، نقطة التلامس س ، المتخلفة زمنيا ، من الاقفال ، الى أن يمضى  
 وقت محدد ، وبعدها يمر التيار في الملف ر ، فتفصل نقط التلامس ر ،  
 وتفصل المقاومة عن دائرة العضو الدائر . وبهذا يصل المحرك الى سرعته  
 الكاملة . وعند الضغط على زر الايقاف ، أو اذا حدث نتيجة لاستمرار وجود  
 تعد في الحمل أن امتنع مرور التيار في الملف س ، فسوف يقف المحرك .

### بادئات المحول الذاتى - المعوضات

على الرغم من أن بادئات المقاومة مستعملة على نطاق واسع ، فإن بادئات  
 المحول الذاتى أكثر منها كفاية بكثير فى خفض الجهد على المحرك ، وتكمن  
 ميزتها فى حقيقة أن خفض الجهد ينشأ بفعل المحول ، ولا يكون بوساطة  
 مقاومة تفقد فيها الطاقة بشكل حرارى .

والمحول الذاتى يتكون من ملف من السلك ملفوف على قلب حديدى  
 من الرقائق . وتؤخذ من الملف الى الخارج نقط تقسيم عديدة للحصول  
 على جهود مختلفة . وفى نوع المعوض الشائع الاستعمال توصل ثلاث محولات  
 ذاتية نجمة ، ويوجد واحد منها على كل وجه من الخط ، كما هو مبين  
 بشكل ٥ - ٤٧ . واذا أخذت نقطة تقسيم من منتصف كل ملف ، ووصلت  
 الى محرك ثلاثى الوجه ، كما هو مبين ، فإن الجهد الموجود على المحرك  
 سوف يكون نصف جهد الخط . وهذه هى الطريقة التى يوصل بها المحرك

عند البدء • وبهذه التوصيلة تنخفض قيمة تيار الخط ، بشكل ملحوظ ، عند البدء •

وفى المعوض العادى ، تخرج عادة نقطتا تقسيم أو ثلاث نقط من المحول الذاتى ، وذلك حتى يمكن توصيل المحرك على جهود مختلفة عند البدء • وتستخدم حينئذ نقطة التقسيم التى تعطى أنسب عزم دوران ابتدائى مع أقل تيار بدء ممكن •

### بادئ المحول الذاتى اليدوى

يبين شكل ٥ - ٤٨ معوض محمول ذاتى يدوى مثالى • وهو يحتوى على مجموعتين من نقط التلامس الساكنة ، ومجموعة من نقط التلامس المتحركة • وتركب نقط التلامس المتحركة على أسطوانة معزولة مثبتة بهيد • عندما يبدأ المحرك الدوران ، تحرك اليد بسرعة فى أحد الاتجاهين ، وهذا يؤدى الى توصيل المحرك بالمحول الذاتى ، بحيث يبدأ على جهد منخفض • وبعد أن يصل المحرك الى سرعته تشد اليد بسرعة فى الاتجاه المضاد ، وهذا يؤدى الى فصل المحرك عن المحول الذاتى ، وتوصيله على الخط مباشرة •

وفى كل المعوضات اليدوية تقريبا ، يمكن تحريك اليد فى اتجاه واحد فقط عند البدء ، وهو الاتجاه الذى يبدأ عنده المحرك الدوران على جهد منخفض • ومن الضرورى تحريك اليد بسرعة من وضع البدء الى وضع الحركة ، والا فان المحرك سوف يبطىء نتيجة للفتح المؤقت فى الدائرة ، الذى يحدث عند تحريك نقط التلامس من البدء الى الحركة • ونقط التلامس فى معظم المعوضات تكون مغمورة فى انزيت ، وذلك حتى يتسنى اخماد القوس الكهربى التى تنشأ عند قذف اليد من وضع البدء الى وضع الحركة ، والمحافظة بذلك على نقط التلامس من التآكل •

وبمجرد أن تصبح اليد ونقط التلامس فى وضع الحركة ، يمر التيار فى ملف حافظ ، موصل على نهايتين من نهايات المحرك ، فيحفظ اليد فى وضعها • ولايقاف المحرك ، يضغط على زر الايقاف ، الذى يفتح دائرة الملف الحافظ ، فيترك هذا بدوره اليد تعود الى مكانها الاول ، كما تعود نقط التلامس المتحركة الى وضع اللاتوصيل المعتاد بفعل لولب • واذا حدث أن تلاشى الجهد أو انخفض ، فان الملف الحافظ سوف يصبح غير قادر على الاحتفاظ باليد فى وضع الحركة • واذا حدث تعدد للحمل واستمر فترة من الوقت ، فان نقط تلامس متعمد الحمل سوف تفتح ، فيمتنع مرور

التيار في الملف الحافظ . ولإعادة بدء المحرك يكون من الضروري ضبط  
متم الحمل بالضغط على زر إعادة الضبط . ويبين شكلا ٥ - ٤٩ و ٥ - ٥٠  
رسوم التوصيلات في معوض ثلاثي الوجه عادي التشغيل .

عند التشغيل ، تحرك اليد أولا الى وضع البدء ، فتعمل على تلامس  
نقط التلامس المتحركة مع نقط تلامس البدء الساكنة ، وهذا يؤدي الى  
توصيل المحرك خلال المحول الذاتي ، فيبدأ على جهد منخفض . بعد أن  
ترتفع سرعة المحرك يجذب العامل اليد الى وضع الحركة ، وبذلك يصبح  
المحرك موصلا على الخط . ويوصل الملف الحافظ ، أو ملف انخفاض الجهد ،  
مع زر الإيقاف ونقطتي تلامس متم تعدى الحمل على التوالي عبر طرفين  
من أطراف المحرك . لايقاف المحرك يضغط على الزر ، فيمتنع مرور التيار  
في الملف ، وتقفز بذلك اليد ونقط التلامس المتحركة ثانية الى وضع  
الاتوصيل .

يستخدم متم تعدى الحمل في الدائرة أثناء بدء المحرك ، وكذلك أثناء  
تشغيله . وتوصل بعض المعوضات بطريقة تجعل متم تعدى الحمل يدخل  
في الدائرة أثناء تشغيل المحرك فقط . ويبين شكل ٥ - ٥١ مثل هذه الدائرة .  
وتتخذ هذه الخطوة لمنع المتم من أن يقطع الدائرة بفعل تيار البدء الزائد .

وتصنع المعوضات أيضا بملف محول ذاتي بدلا من ثلاثة ، وهذه يمكن أن  
تشغل اما محركا بثلاثة أوجه أو محركا بوجهين . وشكل ٥ - ٥٢ يبين رسما  
لمعوض بملفين مستعمل لتشغيل محرك بوجهين ، ويمكن أن يستعمل هذا  
النوع من المعوضات لتشغيل محرك ثلاثي الوجه . شكل ٥ - ٥٣ يبين رسما  
لمعوض ذي ملفين مستعمل لتشغيل محرك ثلاثي الوجه . وطريقة عمله كما  
يأتي : عند قذف اليد على وضع البدء تتصل ل<sub>١</sub> مباشرة بالمحرك ، بينما  
تتصل ل<sub>٢</sub> ، ل<sub>٣</sub> مباشرة مع المحولين الذاتيين . تتصل نقطتا التقسيم على  
المحولين بالطرفين الآخرين للمحرك ، بحيث يبدأ المحرك على جهد منخفض ،  
وبعد أن ترتفع سرعته ، تقذف اليد بسرعة الى وضع الحركة ، وتظل هناك  
بفعل الملف الحافظ أو ملف انخفاض الجهد . وشكل ٥ - ٥٤ يبين التوصيل  
عندما يبدأ المحرك دورانه . وتعرف هذه بتوصيلة الدلتا المفتوحة .

### بادئ المحول الذاتي الآلي

تشبه معوضات المحول الذاتي الآلية في أساسها النوع اليدوي الذي  
فرغنا توا من وصفه ، فيما عدا أن نقط التلامس تقفل بفعل التأثير  
المغناطيسي ، كما أنها مزودة بجهاز توقيت يوصل المحرك على الخط بعد



تشغيله على جهد منخفض عدة ثوان . وميزة المعوض الآلى أنه يمكن التحكم فيه بمجرد الضغط على زر يوضع فى مكان بعيد مناسب . وتبين رسومات هذا المعوض فى قسمين ، قسم لدائرة المحرك ، والقسم الآخر لدائرة التحكم . وفى شكل ٥ - ٥٥ يوجد رسم لدائرة المحرك .

إذا مر التيار فى ملف البدء ، فسوف تقفل نقط تلامس البدء الست ، وتضع المحول الذاتى فى دائرة المحرك ، مؤدية بذلك الى تشغيله على جهد منخفض . بعد وقت مضبوط يمتنع مرور التيار فى ملف البدء ، ويمر التيار فى ملف الحركة ، وتكون نتيجة ذلك اقفال نقط تلامس الحركة وتوصيل المحرك على الخط .

تستخدم أنواع مختلفة من متمات التوقيت للمقيام بعملية فتح دائرة ملف البدء ، واقفال دائرة ملف الحركة . يستخدم أحد هذه الأنواع ، وهو الذى تصنعه الشركة العامة للكهرباء ، محركاً صغيراً يتمم ، يأخذ فى الدوران بمجرد الضغط على زر البدء . وينظم محرك المتمم فترة الوقت التى يقضيها المحرك بالجهد المنخفض ، وذلك بإدارة مجموعة من التروس التى تفتح وتقفل عدة نقط تلامس مرتبطة ببعضها . ويبين شكل ٥ - ٥٦ دائرة التحكم للمعوض الآلى التى يستخدم فيها محرك متمم التوقيت . وعند الضغط على زر البدء تكمل الدائرة خلال نقط تلامس الايقاف ، فنقط تلامس البدء ، فالملف س ، فنقطتى تلامس تعدى الحمل ، ثم الى الخط مرة أخرى ، وبذلك يمر التيار فى الملف س ، فيؤدى ذلك الى اقفال كل نقط تلامس البدء . وهذا يضع المحرك فى دائرة المحول الذاتى بحيث يشتغل على جهد منخفض . وتفتح نقطتا تلامس مساعدتان ، تكونان فى العادة مقفلتين ، وهما متصلتان على التوالى مع ملف الحركة ر ، ونتيجة لذلك يصبح من غير المحتمل اقفال نقط تلامس الحركة عندما يكون التيار ماراً فى ملف البدء .

وفى نفس الوقت تتكون دائرة أخرى خلال ملف المتمم ، وهى التى تتسبب فى اقفال نقط التلامس المساعدة ر ج ، فتحفظ الدوائر مقفلة عند رفع الاصبع من فوق زر البدء .

توجد دائرة أخرى تقفل عند الضغط على زر البدء ، وهى التى تمر بمحرك المتمم . ويبدأ محرك المتمم على اثر ذلك فى الدوران ، وتدور معه مجموعة من التروس التى تفتح دائرة ملف البدء بعد وقت محدد ، وتقفل دائرة ملف الحركة ، وفى نفس الوقت تفتح دائرة محرك المتمم ، وتتسبب هذه العملية فى فتح نقط تلامس البدء واقفال نقط تلامس الحركة ، فيصبح المحرك موصلاً على الخط .

إذا حدث تعدد مستمر للحمل ، أو إذا ضغط على زر الإيقاف ، تقطع دوائر التحكم ، وتفتح نقط تلامس الحركة ، فيقف المحرك .

### بادئات النجمة - دلتا

تستخدم هذه الطريقة للبدء بجهد منخفض في حالة المحركات الثلاثية الوجه ، الموصلة دلتا ، فقط . إذا وصل محرك موصل دلتا على ٢٢٠ فولتا ، فسوف يأخذ كل وجه ٢٢٠ فولتا ، كما هو مبين بشكل ٥ - ٧٥ . ومن ناحية أخرى ، لو كان المحرك موصلاً نجمة واستخدمنا نفس جهد الخط ، فإن كل وجه سوف يأخذ ٥٨ في المائة من ٢٢٠ ، كما هو مبين بشكل ٥ - ٥٨ .

لاستخدام هذا المبدأ على منظم ، يصبح من الضروري إخراج ستة أطراف من المحرك ، وذلك حتى يمكن تبديلها عند تغيير التوصيل من نجمة وقت البدء إلى دلتا أثناء الحركة . ويمكن استخدام منظمات مغناطيسية ذات زر ضاغط ، أو يدوية ، لعمل التغيير . وشكل ٥ - ٥٩ يبين طريقة يدوية للبدء نجمة - دلتا بوساطة مفتاح ذي ثلاثة فروع بناحيته توصيل .

عند البدء يقفل المفتاح العمومي ، ثم يقفل المفتاح ذو الناحيتين على وضع البدء ، فتتصل الأطراف ٢ ، ٤ ، ٦ معا عند قفل المفتاح ، مكونة نقطة النجمة ، بينما تتصل الأطراف ١ ، ٣ ، ٥ بالخط . ويبدأ المحرك الدوران موصلاً نجمة ، ويأخذ كل وجه ٥٨ في المائة تقريباً من الجهد المعتاد . بعد ارتفاع سرعة المحرك ، يقفل المفتاح على وضع الحركة موصلاً ٢ إلى ٣ ، ٤ إلى ٥ ، ٦ إلى ١ ، وهذه توصيلة الدلتا . ويدور المحرك الآن على الجهد الكامل .

يبين شكل ٥ - ٦٠ دائرة التوصيل لبادئ نجمة - دلتا آلي . عند الضغط على زر البدء تقفل نقط التلامس الرئيسية ، وبذلك يمر التيار في الملف س ، فيقفل نقط التلامس س ، مؤدياً بذلك إلى اشتغال المحرك وهو موصل نجمة . بعد وقت مضبوط يعمل متمم توقيت نتيجة لاقفال نقط التلامس الرئيسية ، فيفتح ملف البدء ، ويقفل ملف الحركة ، فيصبح المحرك موصلاً دلتا . زر الإيقاف يفتح كل نقط التلامس .

### البادئات الاسطوانية :

يبين شكلاً ٥ - ٦١ ، ٥ - ٦٢ أحد الأنواع لمنظم اسطوانى يدوى ، ويمكن استخدامه فى بدء وعكس اتجاه دوران المحركات الثلاثية الأوجه الصغيرة . ويمكن استخدام هذا المفتاح الاسطوانى أيضاً مع المحركات ذات

الوجه المشطور ذات المكثف ، والشائبة الوجه ، كما هو مبين بشكلي  
٥ - ٦٣ ، ٥ - ٦٤ .

ويستخدم المفتاح من هذا النوع اذا كان المحرك موضوعا الى جانب العامل ، كما يحدث ، مثلا ، فى المخارط الصغيرة وغيرها من آلات الورش .  
ويبين شكل ٥ - ٦٢ أنه عند تحريك اليد من وضع الى آخر يحدث تبديل فى توصيل سلكين من أسلاك الخط ، فينعكس اتجاه دوران المحرك .  
ويمكن ملاممة هذا المفتاح واستخدامه لعكس اتجاه دوران أى محرك صغير سواء أكان لتيار متردد ، أم تيار مستمر . وسيعطى وصف كامل لهذا المنظم فى الباب الثامن .

### المنظمات

#### منظمات السرعتين :

يمكن تغيير سرعة محرك ثنائى أو ثلاثى الوجه بتغيير عدد الأقطاب فيه .  
ويمكن الوصول الى ذلك باعادة توصيل المحرك ، بحيث يكون عدد الاقطاب الناتجة اما ضعف أو نصف عدد الاقطاب الأصلية . ويعرف هذا بتوصيلة الاقطاب المتعاقبة . والمحركات الشائبة السرعة التى نسبة سرعتها ليست ٢ الى ١ تحتوى على وحدتين منفصلتين من الملفات ، وعند توصيل احدى الوحدتين أو الأخرى الى الخط يدور المحرك بسرعتين مختلفتين بسبب تباين عدد الأقطاب فى كل وحدة .

تصنع المنظمات اليدوية والمغناطيسية بغرض تغيير توصيلات المحرك للسرعات المختلفة ، كما فى حالة المحركات ذات الاقطاب المتعاقبة ، أو للتغيير من وحدة الى أخرى حينما يكون المحرك المستعمل به وحدتان من الملفات . وكل هذه المنظمات تستخدم ترتيبا للحماية من تعدى الحمل على شكل متمم حرارى أو مغناطيسى . وتستلزم بعض الاستعمالات أن يبدأ المحرك أولا على سرعة منخفضة ، ثم ترفع سرعته ، اذا كان ذلك مرغوبا فيه . ويزود المنظم لهذا الغرض بتمم يعمل على تنفيذ هذا الترتيب .

تحتاج بعض الاستعمالات الأخرى الى أن يبدأ المحرك على سرعة منخفضة ، ثم يوصل آليا على السرعة المرتفعة ، بشرط أن يكون قد مضى وقت محدد . ويزود المنظم لهذا الغرض بتمم توقيت بزمان محدد .

سوف نقوم بشرح منظمات السرعتين الآتية مع التوضيح بالرسم :

مغناطيسية : ( ١ ) منظم السرعتين فى المحركات ذات وحدتى ملفات منفصلتين

- ( ٢ ) منظم السرعتين فى المحركات ذات الاقطاب المتعاقبة .
- يدوى : ( ٣ ) المفتاح ذو الكامة للمحركات الثنائية للسرعة .

### منظم السرعتين ذو وحدتى ملفات منفصلتين :

يبين شكل ٥ - ٦٥ رسم توصيلات الاسلاك فى منظم سرعتين لتشغيل محرك ثلاثى الوجة ذى وحدتى ملفات منفصلتين . عند الضغط على زر على السرعة يمر التيار فى الملف ه متسببا فى اقفال نقطتى التلامس ه ، وموصلا بذلك ملفات السرعة العالية على الخط مباشرة . ويقفل التلامس الاضافى ه ايضا ، فيحفظ مرور التيار فى الملف ه بعد رفع الضغط عن الزر على السرعة . ويتسبب الضغط على زر الايقاف فى فتح التلامس الرئيسى ، فيقف المحرك . ويحدث نفس الشئ عندما يمتنع مرور التيار فى الملف ه نتيجة لحدوث تعدد للحمل مستمر .

اذا ضغط على زر منخفض السرعة أثناء دوران المحرك على سرعة عالية ، فسوف يمتنع مرور التيار فى الملف ه فى الحال بسبب ارتباط توصيلاته بتلامسات زر منخفض السرعة . وسوف يمر التيار حينئذ فى الملف ل ، فتوصل ملفات السرعة المنخفضة على الخط . ويمكن تزويد هذا المنظم بمتنوعات تقوم بمهمة تغيير السرعة من منخفض الى عال آليا ، بعد مرور وقت محدد . وشكل ٥ - ٦ يبين رسما خطيا لهذا المنظم .

### منظم السرعتين المستعمل مع محرك ذى ملفات باقطاب متعاقبة

يبين شكل ٥ - ٦٧ رسما خطيا لمنظم يستعمل لتغيير سرعة محرك ذى سرعتين ، ملفات باقطاب متعاقبة ، وله عزم دوران ثابت . تستعمل خمسة تلامسات للسرعة العالية ، ونحتاج الى ثمانية تلامسات رئيسية فى هذا النوع من المنظمات . وتكون طريقة العمل كما يأتى : عند الضغط على زر منخفض السرعة تتكون دائرة من ل م خلال زر الايقاف ، فالتلامسين العلويين لزر عال السرعة ، فالتلامسين السفليين لزر منخفض السرعة ، فالملف ل ، ثم من تلامسى تعدى الحمل الى م . وبذلك يمر التيار فى الملف ل فيقف التلامسات ل ويوصل المحرك دائما على التوالى للتشغيل على السرعة المنخفضة . ويصل تلامس مساعد على حفظ مرور التيار فى الملف ل .

عند الضغط على زر على السرعة يمر التيار في الملف هـ ، فيقف كل التلامسات الخمسة هـ ويوصل المحرك نجمة ثنائي على التوازي على الخط للسرعة المرتفعة . وتتصل أطراف المحرك ١ ، ٢ ، ٣ معا مكونة نقطة النجمة للتوصيل نجمة ثنائي على التوازي ، في حين توصل أطراف المحرك ٤ ، ٥ ، ٦ على الخط .

يمكن تزويد هذا المنظم بمتغيرات تعمل على بدء المحرك على السرعة المنخفضة فقط أو ترفع سرعته من منخفضة الى عالية في وقت محدد . ولتوصيل هذا المنظم الى محركات ثنائية السرعة ، ذات قدرة بالحصان ثابتة ، وذات عزم دوران متغير ، يلزم تغيير توصيلات المحرك مع المنظم . وشكل ٥ - ٦٨ يبين رسما خطيا لمنظم موصل مع محرك ثنائي السرعة ، ذي عزم دوران ثابت .

### مفتاح الكامة الدائرة للمحركات ذات السرعتين

يشبه هذا النوع من المفاتيح نوع المفتاح الاسطوانى الذى يحتوى على تلامسات ساكنة وتلامسات متحركة . وقد يعمل بالاشتراك مع مفتاح مغناطيسى على الخط ، للحصول على الحماية اللازمة ضد انخفاض الجهد وتعدى الحمل .

يبين شكل ٥-٦٩ رسما لهذا النوع من مفاتيح الكامة الدائرة ، يستعمل مع محرك ثنائي السرعة ، ذو وحدة ملفات واحدة ، وقدرته بالحصان ثابتة . يوصل هذا المحرك نجمة ثنائي على التوازي للسرعة المنخفضة ، ودلتا على التوازي عند التشغيل على السرعة المرتفعة . وتوجد مجموعتان من التلامسات المتحركة للسرعة المنخفضة ، ومجموعتان للسرعة المرتفعة . عندما تتحرك الكامة بحيث يحدث تلامس بين التلامسات المتحركة عند ١ فى الشكل ، وبين التلامسات الساكنة ( الدوائر الصغيرة ) ، ينتج التشغيل على السرعة المنخفضة ، فاذا تحركت التلامسات المتحركة أكثر من ذلك ، بحيث يحدث تلامس بين التلامسات عند ٢ والتلامسات الساكنة ، فسوف يدور المحرك على السرعة المرتفعة .

### منظمات التيار المتردد سريعة الايقاف

فى كثير من استعمالات المحركات ، يكون من اللازم وجود طريقة لوقف أو فرملة المحرك بسرعة ، لتأكيد الامان فى التشغيل وتوفير الوقت . اثناء تهدئة المحرك سرعته ، يبعث فيه تيار فى الاتجاه الذى سوف يتسبب فى عكس اتجاه دورانه ، وحينئذ تفصل عنه القدرة فى الحال .

ويطلق على ذلك التنقيط ، ويحدث بعكس التيار فى طرفى التوصيل لمحرك ثلاثى الوجه .

ويعمل التنقيط ، تنشأ دائرة جديدة تكون لها قدرة العمل على عكس اتجاه دوران المحرك ، فى اللحظة التى يتم فيها فتح دائرة المحرك ، وسوف يتسبب ذلك فى إيقاف المحرك فى الحال ، وإدارته فى الاتجاه المضاد ، فإذا فصل الخط فى اللحظة التى يقف فيها المحرك وقوفاً تاماً ، ويكون على وشك أن يدور فى الاتجاه العكسى ، فسوف يبقى المحرك ساكناً . ويستعمل متم تنقيط للحصول على هذه النتيجة . يوضع المتم فوق المحرك ويشغل بواسطة حزام يأخذ حركته من عمود المحرك . وتوجد بداخل المتم تلامسات تقفل عندما يكون المحرك دائراً ، ولكنها تمنع التشغيل فى الاتجاه العكسى ، بأن تفتح حالماً يحاول المحرك أن يدور فى الاتجاه المعاكس . وتوجد تصميمات مختلفة لطرق تكوين هذه المتمات ، ولكن طريقة تشغيلها جميعها أساساً مثل الطريقة التى وصفناها .

وبين شكل ٥ - ٧٠ رسماً لتوصيل الأسلاك فى منظم ومتم تنقيط . ويستخدم بادىء على الخط من النوع العاكس . ويمكن تتبع الرسم المبسط فى شكل ٥ - ٧١ أثناء الشرح الآتى للدائرة :

عند انضغط على زر البدء يمر التيار فى الملف ف ، فيتسبب فى إقفال التلامسات الرئيسية الثلاثة ف ، ويوصل المحرك على الخط . وفى نفس الوقت يقفل التلامس المساعد ف١ ، وهو الذى يكون فى العادة مفتوحاً ، فيعمل على حفظ مرور التيار فى الملف ف . ويفتح التلامس المساعد ف٢ أيضاً ، وهو الذى يكون عادة مقفلاً ، وبذلك يمتنع مرور التيار فى الملف العاكس ر . أما تلامس متم التنقيط فيقفلان بدوران المحرك .

إذا ضغط على زر الإيقاف ، يمتنع مرور التيار فى الملف ف ، وتفتح تلامسات المحرك مع الخط ، وتقفل التلامسات ف٢ ، وبذلك تكمل الدائرة خلال متم التنقيط إلى الملف ر . وبمرور التيار فى الملف ر تقفل التلامسات الرئيسية ر ، فينتج عن ذلك مرور التيار فى المحرك فى الاتجاه العكسى .

يقف المحرك فى الحال ، وفى اللحظة التى بعكس فيها اتجاه دورانه يفتح تلامس المتم ، فيمتنع مرور التيار فى الملف ر ، وبذلك تفتح التلامسات الرئيسية ر ، وتقطع توصيل الخط إلى المحرك . ويمكن استخدام هذا المنظم للتنقيط فى أى الاتجاهين .

توجد طرق عديدة يمكن استخدامها لوقف محرك متعدد الواجه بسرعة ،  
وفى واحدة منها يمرر تيار مستمر على جهد منخفض فى أحد الواجه بعد فتح  
مفتاح الخط الموصل الى المحرك مباشرة .

### تحديد الخلل وإصلاحه

سنفترض فى هذا القسم أن المحرك والمصهر فى حالة جيدة . وللتأكد  
من عدم وجود عيب بالمحرك ، أوصل مصابيح اختبار عند نهايات المحرك  
وتأكد من وجود التيار عند اقفال تلامسات المنظم . فإذا لم يكن هناك تيار ،  
يحتمل وجود الخلل فى المنظم .

حيث انه توجد عدة أنواع مختلفة وصناعات متباينة للمنظمات ، فسوف  
نبين الطريقة العامة لتحديد مصدر التعيب .

١ - إذا لم يبدأ المحرك الدوران عند اقفال التلامسات الرئيسية ،  
يحتمل أن يكون العيب :

(أ) فتح فى ملف تسخين تعدى الحمل ، أو ضعف التوصيل .  
(ب) التلامسات الرئيسية لا تعمل . ليس من المستبعد أن يتآكل أحد  
التلامسات أو بعضها لدرجة تجعله لا يحدث التلامس المطلوب عند اقفاله .  
ويحدث نفس الشيء أيضا ، عندما تصبح التلامسات متسخة ، أو متربة ،  
أو محترقة .

(ج) كسر ، تفكك ، أو اتساخ توصيل النهايات .  
(د) تفكك أو كسر فى التوصيلات .  
(هـ) فتح فى وحدات المقاومة ، أو فتح فى المحول الذاتى .  
(و) عائق على قلب المغناطيس يمنع التلامسات من أن تقفل .  
(ز) خلل ميكانيكى ، مثل الارتباط الميكانيكى ، أو المفصلات الفكية ،  
أو ضعف فى شد اللولب ، وهكذا .

٢ - إذا لم تقفل التلامسات عند الضغط على زر البدء ، يحتمل أن  
يكون العيب :

(أ) فتح فى الملف الحافظ . ويمكن التحرى عن ذلك بتوصيل دائرة  
مصباح اختبار على نهايات الملف ، عند الضغط على زر البدء . فإذا  
أضاء المصباح عند الضغط على زر البدء ، ونكن الملف لم يتكهرب ،  
يكون العيب فى الملف .

(ب) اتساخ تلامسات زر البدء ، أو ضعف التلامس .  
 (ج) فتح أو اتساخ تلامسات زر الايقاف . وإذا كانت عدة محطات موصلة على نفس المنظم ، يجب مراجعة كل محطة . وعند استخدام محطات أمام - عكس مرتبطة ببعضها ، راجع جميع التلامسات .

(د) تفكك أو فتح توصيلات النهايات .  
 (هـ) فتح تلامسات متمم تعدى الحمل .  
 (و) انخفاض الجهد .  
 (ز) ملف مقصور .  
 (ح) خلل ميكانيكى .  
 ٣ - إذا فتحت التلامسات عند رفع الضغط عن زر البدء ، يحتمل أن يكون العيب :

(أ) التلامسات الحافظة لا تقفل اقـفـالا تاما ، أو تكون متسخة ، أو منخورة أو مفككة .  
 (ب) خطأ فى توصيل المحطة الى المنظم .  
 ٤ - إذا انفجر مصهر عند الضغط على زر البدء ، يحتمل أن يكون العيب :

(أ) التلامسات متماسة أرضيا .  
 (ب) ملف مقصور .  
 (ج) تلامسات مقصورة .  
 ٥ - إذا صدر ضجيج من المغناطيس أثناء تشغيله ، يحتمل أن يكون العيب :

(أ) كسر فى القطب المظلل مما يتسبب عنه الاصطكاك .  
 (ب) اتساخ وجه القلب .  
 ٦ - إذا كان ملف المغناطيس محترقا أو مقصورا ، يحتمل أن يكون العيب :

(أ) تعد فى قيمة الجهد .  
 (ب) ازدياد كبير فى قيمة التيار بسبب كبر المسافة الهوائية الناتجة من القذارة ، أو عيب ميكانيكى .  
 (ج) كثرة تكرار التشغيل .





## الباب السادس

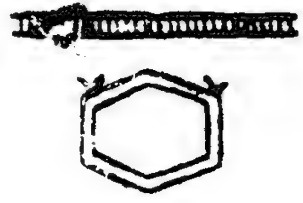
### ملفات منتج التيار المستمر

تشتمل العملية الكاملة لللف المنتج على عدد من الخطوات التي تنفذ بالتتابع . وهذه هي أخذ المعلومات أثناء حل المنتج ، عزل القلب ، عمل الملفات ولفها بالشريط ، وضع الملفات في المجارى ، صيل أطراف الملفات الى الموحد ، لحام الاطراف مع الموحد القصدير ، الاختبار ، لف الموحد على المخرطة ، التحميص والدهان بالورنيش .

اذا اُنتجت منتجات كالمبينة بأشكال ٦ - ١ ، ب ، ج الى اعادة لفها ، فيجب جمع المعلومات الكافية في أثناء عملية الحل ، لكي يتمكن الميكانيكي من اعادة لفها كما كانت ملفوفة أصلا بالضبط .

### لوحة معلومات لمنتجات التيار المستمر

الصانع

الكلوات القدرة بالحصان	اللفات في الدفعة	العولت	الامبير
الدباب	النوع	الاطار	طريقة صنعه
درجة الحرارة	الطراز	العدد المسلسل	الوجه
الملفات لكل مجرى		عدد القضبان	عدد المجارى
		خطوة الملف	مقاس السلك
		منتصف المجرى الى	منتصف القضبان
		الطاني	حظرة الموحد
		تموجي	

وما لم تكن الانواع المختلفة للملفات والتوصيلات مألوفة لدى الميكانيكى ، فسوف يصبح من المستحيل عليه تقريبا أن يسجل المعلومات الضرورية . لذلك سوف نقوم بوصف الانواع المختلفة للملفات والتوصيلات ، واعطاء التوجيهات اللازمة لاعادة لف الاكبر أهمية .

### اللف المثالى للمنتج صغير

يتكون أبسط أنواع الملفات من عدد من الملفات المتوالية ملفوفة بداخل مجارى المنتج ، وموصلة على التتابع الى الموحد . ويبين شكل ٦ - ١٢ رسما لهذا الملف كما يظهر الموحد مفردا من باب التبسيط . ويبين شكل ٦ - ٢ رسما تخطيطيا دائريا لنفس الملفات .

وعلى كل حال ، يجب عزل المجارى قبل لف المنتج ، وذلك لمنع الاسلاك من لمس القلب الحديدى واحداث تماسات أرضية . وكما حدث فى الانواع الاخرى من المحركات ، يوضع العازل الجديد من نفس النوع ، وب نفس سمك العازل المزال . ويقطع العازل فى المنتجات الصغيرة ، بحيث يبرز ما يقرب من  $\frac{1}{8}$  بوصة على ناحيتى مجارى المنتج ، ويرتفع عن المجرى بما يقرب من  $\frac{1}{4}$  بوصة ، كما هو مبين بشكل ٦ - ٣ . ومن الضرورى أيضا عزل عمود المنتج بوضع عدة لفات من الشريط اعازل حوله . وتكون الرقيقة الطرفية مصنوعة من القبر عادة ، فتحتمى الملفات من الالتماس الارضى . وهى موضوعة على العمود وتمتد خارجه حتى قاع المجارى ، كما هو مبين بشكل ٦ - ٤ .

### طريقة اللف

المنتجات الصغيرة ، كتلك التى تستعمل فى منظفات الفراغ ، والمثاقيب ، يمكن امساكها بيد واحدة ، كما هو موضح بشكل ٦ - ٥ . والمنتجات الكبيرة تتركب بين حصانين ، كما هو موضح بشكل ٦ - ٦ .

على فرض أن عندنا منتجا بشمالية مجار ، تكون طريقة اللف كما يأتى :  
ضع عازلا فى المجارى . اختر أى مجرى وسمه مجرى رقم ١ . لف العدد اللازم من الملفات فى المجارى بالخطوة المناسبة ، ثم اصنع خية معقودة كما هو مبين بشكل ٦ - ٧ . شد السلك شدا كافيا ، بحيث يكون اللف محكما بدون أن ينقطع السلك . اصنع الخية عند نهاية الملف الاول وبداية الملف الثانى . ابدأ الملف الثانى فى المجرى ٢ ، ولف الملفات بنفس عدد لفات الملف ١ وتأكد من أن خطوة الملف هى نفسها خطوة الملف ١ .

اصنع خية عندما ينتهي الملف اثنائي ، ثم ابدأ الملف في المجرى ٣ . استمر على هذا المنوال حتى تلف تسع ملفات . صل الطرف النهائي للملف الاخير بالطرف الابتدائي للملف الاول . وعندما ينتهي لف المنتج سوف يصبح في كل مجرى جانبي ملف . ويبين شكل ٦ - ٨ لفا لمنتج ذي تسعة مجار خطوة بخطوة . هذا النوع من الملف ، الذي تعمل في نهاية كل ملف فيه خية ، يطلق عليه اسم الملف ذو الخية .

### وضع الخوابير في المجارى

بعد لف المنتج ، تكون العملية التالية افعال المجارى ، وذلك حتى لا تطير الاسلاك في الهواء أثناء دوران المحرك بسرعتة الكاملة . والطريقة موضحة في شكل ٦ - ٩ . اقطع العازل بحيث يكون ممتدا خارج المجرى ٣ من البوصة تقريبا . استعمل قطعة من القبر لكى تضغط أحد جانبي العازل في المجرى ، ثم الجانب الآخر من الشريط العازل في المجرى . ادفع خابورا خشبيا ( أو من القبر ) بالمقاس داخل المجرى فوق العازل . فى المنتجات الكبيرة العازل بحذاء السطح العلوى للمجرى ، ثم تربط .

### ترحيل الاطراف

ان توصيل أطراف الملفات الى قضبان الموحد الصحيحة هو من أهم العمليات فى لف المنتج . ويمكن وضع أطراف الملفات فى قضبان موجودة فى أحد أوضاع ثلاثة مختلفة ، على حسب الوضع الاصلى . اذا نظرنا الى أحد المجارى من ناحية الموحد ، يمكن ترحيل الاطراف الواصلة الى الموحد الى اليمين ، أو الى اليسار ، أو يمكن وضعها على استقامة المجرى . وتستعمل الطريقة الآتية لتحديد وضع الاطراف فى الموحد . مد قطعة من الخيط أو الدوبار خلال منتصف المجرى ، كما هو مبين بشكل ٦ - ١٠ . لاحظ ما اذا كانت على استقامة أحد قضبان الموحد أو الميكا التى بينها . اذا كانت المعلومات المأخوذة تنص على ترحيل انطرف ثلاثة قضبان الى اليمين ، ضع طرف أول ملف على مسافة ثلاثة قضبان الى اليمين ، آخذا فى الحساب القضيب الذى على استقامة المجرى ١ . تأتى جميع الاطراف بعد ذلك متتابعة ، كما هو مبين بشكل ٦ - ١١ . اذا كان منتصف المجرى على استقامة الميكا ، اعتبر أن القضيب الذى الى يمين الميكا هو القضيب رقم ١ .

### الملفات التي تحتوي على أكثر من ملف بكل مجرى

فى المنتج الذى تمت مناقشته حتى الآن كان عدد المجارى مساويا لعدد قضبان الموحد . وهذا لا ينطبق على كل المنتجات ، فبعضها يحتوى على عدد من قضبان الموحد يساوى ضعف عدد المجارى ، كما يجتمل أن يكون عدد القضبان يساوى ثلاثة أضعاف عد المجارى . وفى منتج من هذا النوع يكون عدد الملفات دائما مساويا لعدد القضبان ، وعلى ذلك فالمنتج الذى يحتوى على تسعة مجار وثمانية عشر قضيبا يكون عدد الملفات به ثمانية عشر ملفا . وطريقة لف مثل هذا المنتج هى نفسها بالضبط طريقة الملف ذى الخية ، فيما عدا أن كل مجرى يحتوى على خيتين .

#### لف منتج ذى خيات بعدد قضبان الموحد مساو لضعف عدد المجارى

افرض أن عدد المجارى تسعة ، وعدد القضبان ثمانية عشر . وطريقة لف هذا المنتج يحتوى على ملفين لكل مجرى تكون كما يلى :

لف الملف الاول فى المجارى ١ ، ٥ بنفس الطريقة التى اتبعتها فى الملف ذى الخية البسيطة . اصنع الخية . ولف الملف الثانى فى نفس المجارين . اصنع خية ، ثم ابدأ الملف الثالث فى المجرى ٢ . استمر فى هذا المتوال بلف ملفين قبل الانتقال الى المجرى التالى . ويجب أن يصبح شكل الملفات كذلك التى تظهر فى شكل ٦ - ١٢ ، و ٦ - ١٣ . كما يجب أن يكون لكل مجرى خيتان . وللتمييز بين الخية الاولى والثانية لكل مجرى ضع غلافين مختلفي اللون على كل خية أو يمكن عمل الخية الثانية فى كل مجرى أطول من الخية الاولى . وهذه الطريقة تمكن القائم باللف من وضع الاطراف على قضبان الموحد المضبوطة ، بدون الحاجة الى اختبار كل طرف .

### اللف الانطباقى

تنقسم ملفات المنتج الى نوعين رئيسيين : الملفات الانطباقية ، والملفات التموجية . وينحصر الفرق بينهما فى طريقة توصيل الاطراف الى قضبان الموحد . ويمكن تقسيم اللف الانطباقى الى ثلاث طرق : اللف الانطباقى البسيط ، واللف الانطباقى المزدوج ، والملف الانطباقى الثلاثى .

فى حالة اللف الانطباقى البسيط ، يوصل الطرفان الابتدائى والنهايى للملف الى قضيبين متجاورين على الموحد ، كما هو مبين بشكل ٦ - ١٤ . وبذلك يكون الطرف انهاءى للملف الاول موصلا الى نفس قضيب الموحد الموصل اليه الطرف الابتدائى للملف الثانى ، وهكذا .

في حالة الملف الانطباقى المزدوج ، يوصل الطرف النهائى للملف على بعد قضيبين من طرفه الابتدائى ، كما يظهر فى شكل ٦ - ١٥ . وبذلك يكون الطرف النهائى للملف الاول موضوعا فى نفس قضيب الموحد الموضوع فيه الطرف الابتدائى للملف الثالث ، ونهاية الملف الثالث فى نفس القضيب مع بداية الملف الخامس ، وهكذا .

فى حالة الملف الانطباقى الثلاثى ، يوصل الطرف النهائى للملف على بعد ثلاثة قضبان من الطرف الابتدائى له ، كما هو موضح بشكل ٦ - ١٦ . وبذلك يكون الطرف النهائى للملف الاول موصلا مع الطرف الابتدائى للملف الرابع على نفس قضيب الموحد ، وتكون نهاية الملف الرابع موصلة مع بداية الملف السابع ، وهكذا .

ويستعمل الملف البسيط فى معظم الاحيان على المنتجات الصغيرة والمتوسطة الحجم ، ولايستعمل الملف الثنائى والثلاثى الا فى أضيق الحدود . ولكن اذا أردنا تشغيل محرك على جهد أقل من جهده العادى ، يمكن تنفيذ ذلك باعادة لفه ، مع تحويل الملف مع النوع البسيط الى النوع المزدوج او الثلاثى . ويجب أن تتلامس الفرش المستعملة مع المنتجات المزدوجة الملف مع قضيبين على الاقل من قضبان الموحد ، فى حين يجب أن تتلامس الفرش المستعملة فى حالة الملف مع ثلاثة قضبان على الاقل .

والقول بأن أى لف ، يكون فيه الطرفان الابتدائى والنهائى لنفس الملف موصلين الى قضيبين متجاورين ، هو لف انطباقى بسيط ، هذا القول يكون صحيحا مهما كان عدد الاقطاب فى المحرك . ولتوضيح الملف الانطباقى ، سوف نقوم بوصف انواع عدة من ملفات المنتج .

### الملف الانطباقى ذو الخيات

يبين شكل ٦ - ٧ لفا انطباقيا بسيطا يحتوى على ملف لكل مجرى ، فهذا المنتج ذو المجارى التسعة يحتوى على تسعة ملفات ، واحد لكل مجرى . ويجب أن يكون عدد المجارى فى هذا المنتج مساويا لعدد قضبان الموحد وتوصل الخيات الى قضبان الموحد بالتتابع . كما هو واضح بشكل ٦ - ١٧ .

شكل ٦ - ١٨ يبين لفا انطباقيا بملفين لكل مجرى ، ويحتوى المنتج ذو المجارى التسع ، فى هذه الحالة ، على ثمانية عشر ملفا . ويجب أن يكون عدد قضبان الموحد ضعف عدد المجارى ، وذلك لانه توجد ثمان عشرة خية ، وتحتاج كل خية الى قضيب موحد . وتكون احدى الخيات قصيرة ،

كما هو مبين ، والثانية طويلة ، وذلك حتى يمكن وضع الاطراف فى القضبان بالترتيب الدائرى المضبوط .

ويمكن أن تحتوى الملفات ذات الخيات على ثلاثة ملفات لكل مجرى أيضا . وفى هذه الحالة يجب أن يكون عدد قضبان الموحد أضعاف عدد المجارى .

### الف الانطباقي بدون خيات

يمكن ، فى حالة الف الانطباقي ، وضع الطرف الابتدائى للملف ، بعد كل لفة مباشرة ، فى قضيب الموحد الصحيح ، ثم وضع الاطراف النهائية فى القضبان الصحيحة بعد لف المنتج بأكمله . ويستلزم ذلك ترك الطرف النهائى لكل ملف حرا ، حتى يتم لف كل الملفات .

### منتج بملف لكل مجرى

فيما يلى الطريقة التى تتبع فى لف وتوصيل منتج يحتوى على ملف لكل مجرى :

ابداً بأى مجرى ، ولف ملفاً كاملاً فى مجرىين يبعد أحدهما عن الآخر الخطوة الصحيحة ، ضع بداية الملف ١ فى قضيب الموحد الصحيح ، واترك الطرف النهائى حراً لتوصيله بعد لف المنتج بأكمله . بهذه الطريقة ، تاركاً كل الاطراف النهائية بدون توصيل ، كما هو مبين بشكل ٦ - ١٩ . بعد لف كل الملفات ، صل كل الاطراف العلوية ، أو النهائية ، الى الموحد ، ضع كل طرف علوى فى القضيب المجاور للطرف السفلى لنفس الملف ، لكى ينتج لف انطباقي بسيط . مثل ذلك المبين بشكل ٦ - ٢٠ .

### منتج بمافين لكل مجرى

المنتجات ذات الف الانطباقي البسيط ، التى تحتوى على ملفين لكل مجرى : شائعة الاستعمال أكثر من تلك التى تحتوى على ملف واحد لكل مجرى . وفيما يلى طريقة لف هذا النوع من المنتجات :

ابداً الف بسلكين ، وضع الطرفين الابتدائيين فى قضيبى الموحد المعينين حسب المعلومات المأخوذة . اقطع السلك بعد لف عدد اللفات الصحيح فى المجارى ، واترك الاطراف النهائية حرة ، كما يظهر فى شكل ٦ - ٢١ . ابدأ الملف التالى على بعد مجرى واحد الى يمين مجرى الاول ، عند النظر اليه من ناحية الموحد . ( عند اتجاه الف الى ناحية اليسار ،

يطلق عليه لف يسارى وعند اتجاذه ناحية اليمين ، يطلق عليه لف يمينى ) .  
 اتبع هذه الطريقة ، حتى يتم لف كل الملفات ، ثم ضع الاطراف العلوية ،  
 أو النهائية فى قضبان الموحد الصحيحة ، بالتتابع ، وهذامبين بشكل ٦ - ٢٢ .  
 واذا كان من الصعب التمييز بين الأطراف بعدد لف كل الملفات  
 تستخدم الطريقة الآتية لتعيين الأطراف العلوية المضسبوبة للتوصيل  
 الصحيح . استعمل دائرة مصباح الاختبار كما هو مبين بشكل ٦ - ٢٣ ،  
 وضع أحد طرفى الدائرة على قضيب موحد ، والطرف الثانى على كل من  
 الأطراف المتروكة ، حتى تعثر على واحد منها ، يضىء معه المصباح . هذا  
 الطرف يجب وضعه فى قضيب الموحد المجاور للطرف الابتدائى .

تستعمل غلافات بألوان مختلفة فى بعض الأحيان للتمييز بين الأطراف ،  
 فيستعمل أحد الألوان للطرفين الابتدائى والنهائى للملف الأول ، ولون آخر  
 للملف الثانى فى نفس المجرى ، ويستعمل مع الملف الثالث نفس اللون  
 المستعمل مع الملف الأول ، وهكذا . وسوف يكون من الضرورى اختبار  
 انطرف العلوى الأول ، ثم تميز الألوان جميع الأطراف الباقية .

ويمكن للتمييز بين أطراف ملفين فى نفس المجرى عدل أطراف قصيرة  
 وأطراف طويلة ، وبذلك يمكن عمل التوصيل الصحيح .

### منتج بثلاثة ملفات لكل مجرى

تلف المنتجات الانطباقية اللف ذات الملفات الثلاثة لكل مجرى بنفس  
 الطريقة التى تلف بها المنتجات ذات الملفين . وتخرج من كل مجرى ثلاثة  
 أطراف علوية وثلاثة أطراف سفلية . وهذه الأطراف توضع فى قضبان  
 متتالية من الموحد ، كما حدث فى حالة الملفات ذات الملفين لكل مجرى ،  
 كما يميز بين الأطراف بطريقة مشابهة . يبين شكل ٦ - ٢٤ ثلاثة ملفات  
 فى مجرى واحد .

### اللف بالملف

الملفات البنى تم شرحها حتى الآن هى ملفات باليد ، وفيها تلف الملفات  
 فى المجرى واحدة فواحدة . وتستخدم هذه الطريقة فى المنتجات الصغيرة ،  
 ولكن فى المنتجات الكبيرة ( وفى عدد ضئيل من الصغيرة ) تلف الملفات على  
 ضبعة كوحدة ، ثم توضع فى المجرى كوحدة كاملة . وتوصل أطراف  
 الملفات فى المنتجات الملفوفة الى الموحد ، بنفس الطريقة التى توصل  
 بها فى المنتجات الملفوفة يدويا . وطريقة اللف والتغطية بالشريط ، ثم وضع



الملفات في المجارى تشبه تلك التي اتبعناها مع المحركات الثلاثية الوجه .  
شكل ٦ - ٢٥ يبين عدة ملفات في منتج ملفوف بالملف ويحتوى على ملفين  
لكل مجرى .

### الملفات التموجية

توجد ثلاثة أنواع من الملف التموجى ، وهى الملف التموجى البسيط ،  
والملف التموجى المزدوج ، ثم الملف التموجى الثلاثى .

الفرق بين الملف التموجى والملف الانطباقى يكون في موضع أطراف المنتج  
على الموحد ، ففي حالة الملف الانطباقى البسيط ، يوصل الطرفان الابتدائى  
والنهائى لنفس الملف الى قضيبى موحد متجاورين . وفى حالة الملف التموجى  
البسيط يوصل الطرفان الابتدائى والنهائى للملف الى قضيبى موحد  
متباعدين تباعدا كبيرا ، وعلى ذلك فهما يوصلان فى حالة محرك ذى أربعة  
أقطاب الى قضيبين على جانبيين متقابلين من الموحد ، وفى حالة محرك ذى  
ستة أقطاب يوصلان الى قضيبين متباعدين بمقدار ثلث عدد القضبان . فى  
الملف التموجى اذن ، يوصل الطرفان الابتدائى والنهائى للملف الى قضيبين  
متباعدين بعدد من قضبان الموحد ، يتوقف على عدد الأقطاب فى المحرك  
وعلى عدد قضبان الموحد . فى الملف الانطباقى يتجه طرفا الملف أحدهما نحو  
الآخر ، كما هو مبين بشكل ٦ - ٢٦ . فى الملف التموجى يتباعد طرفا الملف  
عن بعضهما كما هو مبين بشكل ٦ - ٢٧ .

فى حالة الملف التموجى لمحرك ذى أربعة أقطاب . يجب أن يمر التيار فى  
ملفين على الأقل ، قبل أن يصل الى القضيب المجاور لنقطة البدء ، وفى  
محرك ذى ستة أقطاب يمر التيار فى ثلاثة ملفات ، قبل أن يصل الى قضيب  
مجاور . المحركات ذات القطبين لا يمكن لفها لفا تموجيا .

### خطوة الموحد

يطلق على عدد القضبان بين طرفى الملف خطوة الموحد ، ويكتب عادة  
خ . م . ، وعلى ذلك

$$\text{خ.م.} = \frac{\text{عدد قضبان الموحد} \pm 1}{\text{عدد أزواج الأقطاب}}$$

فاذا فرضنا محركا ذا أربعة أقطاب ، وعدد قضبان الموحد ٤٩ قضيبا .

$$\text{خ.م.} = \frac{49 \pm 1}{2} = 24 \text{ أو } 25 \text{ قضيبا .}$$

ويمبر عن عدد القضبان عادة بـ ١ ، ٢٥ ، أو ١ ، ٢٦ . وعلى ذلك ، اذا كانت خطوة الموحد ٢٤ قضيبا ، توضع الأطراف فى القضيبين ١ ، ٢٥ ، كما هو مبين بشكل ٦ - ٢٨ . واذا كانت خطوة الموحد ٢٥ قضيبا ، توضع الأطراف فى القضيبين ١ ، ٢٦ .

### اللف المتقدم واللف المتقهقر

يمكن أن يكون خطوة الموحد احدى قيمتين ، تبعا للمعادلة المعطاة . فاذا استعملت القيمة الأصغر ، فسوف يدور المحرك فى أحد الاتجاهين ، واذا استعملت القيمة الأكبر ، فسوف يدور المحرك فى الاتجاه المضاد . وتعرف هذه التوصيلات باللف المتقهقر ، واللف المتقدم ، وهى تستعمل فى حالتى اللف الانطباقى واللف التموجى . فى حالة اللف الانطباقى المتقدم البسيط ، يصب التيار المار فى ملف عند القضيب التالى لنقطة البدء ، وهذا النوع مبين بشكل ٦ - ٢٩ ، و ٦ - ٣١ . وفى حالة اللف الانطباقى المتقهقر البسيط ، يصب التيار المار فى ملف عند القضيب السابق لنقطة البدء ، وهذا النوع يظهر فى شكل ٦ - ٣٠ ، و ٦ - ٣٢ .

اذا تحول التوصيل من متقدم الى متقهقر ، فإن المنتج سوف يدور فى الاتجاه المضاد .

فى حالة اللف التموجى المتقدم البسيط لمحرك ذى أربعة أقطاب ، يصب التيار المار فى ملفين موصلين على التوالى عند القضيب التالى لنقطة البدء . ويبين شكل ٦ - ٣٣ ، و ٦ - ٣٥ لفا تموجيا متقدما بسيطا بأربعة أقطاب . وفى حالة اللف التموجى المتقهقر البسيط ، يصب التيار المار فى ملفين موصلين على التوالى عند القضيب السابق لنقطة البدء . ويظهر هذا النوع فى شكل ٦ - ٣٤ ، و ٦ - ٣٦ .

يبين شكل ٦ - ٣٧ التوصيلات لللف انطباقى متقدم ، بملفين لكل مجرى . ويبين شكل ٦ - ٣٨ عدة ملفات لللف انطباقى متقهقر .

تبين الأشكال ٦ - ٣٩ و ٦ - ٤٠ و ٦ - ٤١ و ٦ - ٤٢ و ٦ - ٤٣ التوصيلات الخاصة بكل من النوعين لللف التموجى فى حالة منتجات ذات ٢٣ مجرى ، ٤٥ قضيبا وتحتوى على ملفين لكل مجرى .

### التوصيلات المعادلة

تعرف التوصيلات المعادلة أيضا باسم التوصيلات المتقاطعة ، وهى تستعمل فى منتجات التيار المستمر الكبيرة لكى تقلل من مرور التيارات

المحلية . وتنشأ هذه التيارات المحلية عادة نتيجة لعدم تساوى المسافة الهوائية بين الأقطاب والمنتج ، ويمكن التخلص منها بتوصيل قضبان الموحد المتساوية الجهد معا . ويتوقف تعيين القضبان التى توصل معا على عدد الأقطاب فى المحرك ، وعلى عدد قضبان الموحد . ولما كانت التوصيلات المعادلة تستعمل فى الغالب مع المحركات التنافرية ، فقد نوقش هذا الموضوع بتفصيل أكبر فى الباب الثالث . ويجب ملاحظة أن التوصيلات المعادلة تستعمل مع الملفات الانطباقية فقط .

### طريقة إعادة الملف

#### أخذ المعلومات

فى أثناء عملية حل المنتج ، يجب تسجيل المعلومات الكافية ، التى تمكن القائم بالملف من إعادة لفه على الوجه الصحيح . وتسنعمل الطريقة الآتية فى كثير من المحال :

عد المجارى وقضبان الموحد . سجل مقدار ترحيل الأطراف بعمل علامات على المجريين ، وقضبان الموحد الخاصة بملف معين ، كما يظهر فى الأشكال ٦ - ٤٤ و ٦ - ٤٥ و ٦ - ٤٦ . وتصنع العلامات الموضحة بالرسومات اما بمبرد أو ذنب ، وهذه العلامات تسجل كلا من خطوة الملف ، وترحيل الطرف ، وهى عملية مهمة ، حيث أن الخطأ نى ترحيل الأطراف سوف يؤدى الى حدوث شرارة وسوء التشغيل . خذ خطوة الملف فى نفس الوقت ، واذا كان المنتج ملفوفا بالملف ، فسوف يكون من اللازم رفع عدة ملفات . سجل مقدار الحيز الجانبى بقياس المسافة التى تمتدها الملفات بعد نهاية المجارى .

عين عند الملفات لكل مجرى ونوع الملف ، أى يدوى أو على ضبعه ، بخيات ، يمينى ، يسارى ، فى اتجاه عقربى الساعة ، وهكذا . عد الملفات فى كل ملف ، فاذا كان ذلك صعبا ، اقطع الملف وعد أطراف الأسلاك عند القطع .

إذا كان المنتج يحتوى على ملف مجرى ، فقد يكون من الضرورى أن تعد جميع الملفات فى المجرى ثم تقسم على ٢ ، لكي تحصل على عدد الملفات فى كل ملف . إذا كان المنتج كبيرا ، احتفظ بملف لكى يكون لديك المقاس اللازم لعمل ضبعة للملفات الجديدة . عين مقاس السلك بوساطة

معايير سلك أو ميكرومتر . وسجل كذلك نوع غطاء السلك ، كقطن مفرد بالمينا ، فورمفار ، أو مهما يكن نوعه . سجل نوع العازل فى المجرى .

**تحذير :** حاول على قدر الامكان عدم المساس بالرقائق ، ولا تكسر عوازل الفبر الجانبية . تأكد أن العازل قد أزيل تماما من المجرى . فك لحام الأطراف من الموحد ، وإذا انكسرت الأطراف وهى بداخل القضبان ، استعمل سلاح منشار يدوى لاستخراج الأجزاء النحاسية المكسورة من القضبان . استعمل لذلك سلاحا بحيث لا يكون مقدار القطع الذى يصنعه فى القضيب أكبر فى المقاس من قطر السلك الجديد ، وتستخدم لهذا الغرض آلة مينة بشكل ٦ - ٤٧ .

تكون الخواير فى العادة ممسكة بإحكام فى المجرى بحيث يصبح من الصعب رفعها . ضع أسنان سلاح منشار يدوى فوق الخابور ، كما هو مبين بشكل ٦ - ٤٨ وأطرق عليه بالطريقة بلطف ، بحيث تنغرس الأسنان فى الخابور . ثم بطرق على السلاح من الجانب ، لكى تنغرس أسنانه أكثر عمقا فى الخابور ، ولكى تدفع الخابور فى نفس الوقت خارج المجرى . وفى طريقة أخرى للحل ، شائعة الاستعمال ، يسخن المنتج أو يمرر عليه لهيب بورى لتلين الوردنيش . وتزال الملفات بقطعها عند ناحية ، وسحب الاسلاك من الناحية الأخرى .

#### لحام الواحد بالقصدير :

بعد إعادة عزل المنتج ، وإعادة لفه ، ووضع الأطراف فى الموحد ، تصبح الخطوة التالية لحام الأطراف ، اما بمكوى لحام بالكهرباء أو بمكوى لحام غاز . وتستعمل المكاوى الكهربائية عموما مع المنتجات الصغيرة ، وتستعمل مكاوى انغاز مع المنتجات الكبيرة . ويتوقف حجم المكوى المستعملة على حجم الموحد .

وتكون الطريقة كما يأتى : ضع معجون اللحام على كل سلك بداخل قضيب الموحد . ( يصنع نوع جيد من المعجون بسحق الصمغ وإضافة كحول اليه لكى يتحول الى عجينة . يمكن استعمال معجون اللحام التجارى ، اذا كان يسمح بالكحول بعد اللحام ) .

ضع طرف مكوى اللحام على الموحد ، كما هو مبين بشكل ٦ - ٤٩ ، والتظر حتى تنفقا الحرارة من المكوى الى سطح قضيب الموحد المراد لحامه . هذا ، حال الحرارة يحدث عندما يبدأ المعجون فى عمل فقاعات .

ضع مادة اللحام على الموحد بجانب المكوى ، و اتركها تنصهر ، ثم تسيل داخل مجرى الموحد ، وذلك قبل أن ترفع المكوى . دع مادة اللحام تسيل حول الأطراف بأكملها ، ولكى تمنع مادة اللحام من أن تسيل الى الناحية الخلفية من الموحد فتتسبب فى عمل دوائر قصر ، ارفع طرف المنتج بحيث تسيل مادة اللحام الى الناحية الامامية . ولمنع مادة اللحام من أن تسيل من قضيب الى آخر ، تمسك المكوى بالطريقة المبينة بشكل ٦ - ٥٠ .

### ربط المنتج :

تستعمل الأربطة على المنتج لحفظ التوصيلات الى الموحد فى مكانها . يستخدم رباط حبل على المنتجات الصغيرة لمنع الأطراف من التطاير من المجارى أثناء دوران المنتج ، وتستخدم أربطة من الصلب فى المنتجات الكبيرة لنفس الغرض ، كما تستخدم أربطة من الصلب فى المنتجات الكبيرة ذات المجارى المفتوحة ، وذلك لمنع الملفات من التطاير خارج المجارى .

### أربطة الحبال :

شكل ٦ - ٥١ يبين الطريقة التى ستعمل للربط بالحبل على منتج ، وتجب ملاحظة التوجيهات الآتية :

استعمل المقاس المناسب من الحبل ، غليظا فى المنتجات الكبيرة ، ورقيقا فى المنتجات الصغيرة . ابدأ من الناحية القريبة من الموحد ، ولف عدة لفات فى طبقات ، تاركا ما يقرب من ٦ بوصات من البداية طليقا . بعد لف عدة لفات ، اصنع خية عند البداية ، كما هو مبين عند ٣ على الرسم ، ثم لف عدة لفات أخرى فوق الخية . امرر طرف الحبل الرابط من خلال الخية ، ثم شد على الطرف الطليق . وسوف يؤدي ذلك الى شد الطرف تحت الحبل الرابط ، بحيث تضمن بقاءه فى هذا الوضع ، ويمكنك بذلك قطع الزيادة فى الحبل عند هذا المكان . استعمل ضغطا كافيا أثناء اللف بحيث يصبح الحبل محكم الربط .

### أربطة الصلب :

تحتاج بعض المنتجات ذات المجارى المفتوحة الى أربطة من الصلب ، لمنع الملفات من التطاير من المجارى أثناء دوران المنتج . وتوضع أربطة الصلب على الناحية الامامية والناحية الخلفية من الملفات ، ويكون وضعها بطريقة تختلف عن تلك التى تتبع مع أربطة الحبال . وشكل ٦ - ٥٢ يبين الطريقة ، وهى كما يلى :

ضع المنتج على مخرطة ، وضع ورق ميكافازل في مجرى الرباط حول المنتج بأكمله ، لكي تعزل الرباط عن جوانب الملفات . احفظ العازل في مكانه بربط لفة من الحبل حوله . ضع أشرطة صغيرة من الصفائح أو النحاس تحت الحبل ، على أبعاد متساوية حول المنتج لضمان بقاء الرباط بعد لفه . استعمل نفس مقاس سلك رباط الصلب كما في الرباط الأصلي .

يجب وضع أربطة الصلب بضغط أكثر بكثير مما تحتاج إليه أربطة الحبال . ويكون من اللازم لذلك استخدام جهاز يطلق عليه ماسك السلك لعمل الضغط المطلوب . ويتكون هذا الجهاز من قطعتين من الفبر ، مربوطتين معا بواسطة مسمارين محويين وصامولتين من ذات الجناح ، ويمرر سلك رباط الصلب خلال هذا القابض الى المنتج . أربط القابض جيدا على مخرطة أو منضدة شغل ، بحيث يمكن أن يبقى ثابتا أثناء ربط المنتج . مرر السلك خلال القابض الى المنتج ، وذلك أثناء لف هذا الأخير ببطء . يجب الاهتمام بعدم بذل ضغط أكبر من اللازم على السلك ، والا فسوف ينقطع . بعد وضع الرباط على الملف ، اثن شريط النحاس أو الصفائح فوقه ثم الحزم الرباط بأكمله بالقصدير . استمر في عمل الرباط الذي يليه .

### اختبار الملفات الجديدة

بعد اتمام إعادة اللف وعمل التوصيلات ، يصبح من المهم اختبار كل من الملفات والتوصيلات من ناحية القصورات ، التماسات الأرضية ، دوائر الفتح ، وصحة التوصيلات . ويجب اجراء ذلك قبل دهان الملفات بالورنيش ، وذلك حتى يتسنى العثور على الخطأ واصلاحه بمجهود أقل . وسوف تجد التعليمات المفصلة الخاصة بعمل هذه الاختبارات في الجزء الخاص بتحديد الخلل والاصلاحات ، فيما بعد .

### التخميص والدهان بالورنيش

بعد أن يتم لف المنتج ولحامه وربطه واختباره ، تكون العملية التالية هي الدهان بالورنيش . وهذا الاجراء يجعله غير قابل لامتصاص الرطوبة ، ويمنع اهتزاز ملفات السلك في المجاري ، وقد يؤدي هذا الاهتزاز الى تجريح العازل على السلك ، فيسبب قصورات . وتعمل الرطوبة أيضا على تآكل العازل على الاسلاك .

ويكون دهان المنتج بالورنيش ، اما مع التجفيف الهوائي ، أو مع التحميص . ويستعمل التجفيف الهوائي مع دهان الورنيش في المنتج ، اذا

كان التحميص غير مرغوب فيه ، أو غير مريح . ولكن تأثيره لا يرقى الى درجة التحميص مع الدهان ، وذلك لانه لا يمكن التخلص من الرطوبة ، الا بالتحميص فقط .

عند استعمال التحميص مع دهان الورنيش ، ضمع المنتج في فرن تحميص عند درجة حرارة تبلغ ٢٥٠ درجة فهرنهايت لمدة ثلاث ساعات تقريبا لازالة كل الرطوبة ، واترك ورنيش التحميص يسيل . ارفع المنتج من الفرن ، واغمسه في الورنيش ، ثم اترك الورنيش يتساقط منه لمدة نصف ساعة . نف العمود والموحد بالشريط لمنع التصاق الورنيش بهما ، والا فسوف يكون من اللازم كحطهما ، بعد أن ينشف الورنيش . ضمع المنتج مرة ثانية في الفرن عند نفس درجة الحرارة ، ودعه لمدة ثلاث ساعات أخرى . بعد أن يتصلب الورنيش ، يمكن خراط الموحد على الخرطة .

### تحديد الخلل وإصلاحه

#### الاختبار

من المتبع عادة اختبار الموحد ، قبل محاولة نف المنتج ، ويكون ذلك لتسهيل عملية الاصلاح في حالة ما اذا كان بالموحد أى عيب . ويختبر الموحد للتحري عن وجود قضبان متماسة مع الأرض ، وقضبان مقصورة .

#### اختبار الموحد المتماس مع الأرض

يكون الموحد متماسا مع الأرض عندما يتلامس أحد قضبانه أو أكثر مع قلبه الحديدي . استعمل دائرة مصباح الاختبار ، وصلها كما يظهر في شكل ٦ - ٥٣ . اربط أحد طرفي دائرة الاختبار مع عمود المنتج باستمرار ، وصل طرف الدائرة الآخر الى أحد قضبان الموحد ، فإذا كان القضيب معزولا عزلا لا عيب فيه ، فلن يضيء المصباح . لا يجب أن يحدث أى شرر أو قوس كهربى بين القضيب والأرض . ضمع طرف دائرة الاختبار على القضيب التالى ، واجر الاختبار بنفس الطريقة ، كما سبق ، واستمر حتى تختبر جميع القضبان . اذا أضاء المصباح عند لمس أى قضيب ، دل ذلك على وجود تماس أرضى عنده .

#### اختبار الموحد المقصور

يستخدم الاختبار الموضح بالرسم في شكل ٦ - ٥٤ ، لكشف العيوب الموجودة في الميكات التي بين القضبان . ضمع أحد طرفي دائرة الاختبار على

أحد قضبان الموحد ، وانطرف الآخر على القضيب المجاور . لا ينبغي ظهور أى ضوء فى مصباح الاختبار ، فإذا لوحظ وجود أى ضوء ، كان معنى هذا وجود قصر بين القضيبين المتلامسين مع طرفى دائرة الاختبار . حرك كل طرف بمقدار قضيب واحد ، وأجر الاختبار السابق . استمر على هذا المنوال حتى تختبر جميع القضبان .

### اختبار الملفات

بعد نف المنتج ، وتوصيل الاطراف الى الموحد ، يجب إجراء بعض الاختبارات لكشف الأخطاء التى يمكن أن تكون قد وقعت فى أثناء عملية الملف . وهذه الاختبارات للكشف عن التماس الأرضى ، والقصورات ، والفتحات ، والعكوسات فى الملفات ، ويمكن إجراؤها اما باستعمال زوام أو ملليفولتمتر .

### اختبار التماس الأرضى

**الفحص البصرى :** بعد إعادة لف منتج ، تكون الخطوة الأولى معرفة ما إذا كانت الملفات متماسة مع الأرض أم لا ، وكل ما يحتاج إليه فى هذا الشأن هو دائرة مصباح اختبار بسيطة . وهذا يمكن إجراؤه كما يظهر فى شكل ٦ - ٥٥ ، قبل توصيل الاطراف فى الموحد . وإذا كان يراة اجسراء الاختبار على منتج ملفاته موصلة الى الموحد ، تصبح دائرة الاختبار كذلك التى تظهر فى شكل ٦ - ٥٦ . إذا أضاء المصباح ، ولم تكن الملفات موصلة الى الموحد ، دل ذلك على وجود تماس فى الملفات ، ويجب علاج الحالة قبل إجراء أى اختبارات أخرى . وتحديد مكان التماس بالتصبط ضرورى لاتخاذ الاجراءات اللازمة لازالته . ويحدث التماس الأرضى عند أركان المجارى عادة ، حيث يوجد انحناء حاد فى الملف ، أو بداخل المجارى ، إذا كانت بعض الرقائق الحادة خارجة من مكانها . وإذا كانت الملفات موصلة الى الموحد ، ويضىء المصباح ، فاما أن يكون التماس بين ملفات المنتج والأرض أو بين الموحد والأرض .

وطريقة تحديد التماس الأرضى تكون كما يلى :

افحص الملفات عند طرفى المجرى ، ولاحظ ما إذا كان العازل فى المجرى قد تحرك من مكانه ، وتسبب فى جعل الملفات تلمس القلب الحديدى ، كما هو مبين بشكل ٦ - ٥٧ . فإذا كانت الملفات جديدة ، يمكن ارجاع العازل الى مكانه . وعلى كل حال ، فانه إذا لم يمكن عمل ذلك ، توضع



قطعة العازل عند المكان المصاب . وإذا تعذر تحديد مكان التماس الأرضي بالفحص ، يجب استخدام الزوام أو إجراء اختبار بجهاز القياس .

**اختبار القياس من قضيب الى قضيب :** تستخدم الدائرة المبينة بشكل ٦ - ٥٨ ، مع منبع تيار مستمر منخفض الجهد ، كبطارية أو خط جهده ١١٠ فولت ، ومصباح أو عدة مصابيح موصلة على التوالي معها ، كما هو مبين بشكل ٦ - ٥٩ . ضع طرفي دائرة الاختبار على الموحد ، ثم اربطها فوقه بعدة لفات من حبل تلفها حول الموحد ، كما هو مبين بشكل ٦ - ٦٠ . ضع حد طرفي ملف فولتметр تيار مستمر على العمود ، وضع الطرف الآخر على أحد قضبان الموحد . يجب أن ينحرف مؤشر الجهاز إذا كان هناك تماس أرضي . حرك طرف جهاز القياس من قضيب الى آخر حتى يظهر انحراف ضئيل في ابرة الجهاز ، أو لا يظهر انحراف على الإطلاق ، فيكون الملف الموصل الى هذا القضيب هو الملف التماس مع الأرض . وبين شكل ٦ - ٦١ ، و ٦ - ٦٢ رسمين تخطيطيين لدائرة الاختبار هذه .

**تحذير :** إذا كان المحرك ذا قطبين يوضع طرفا دائرة الاختبار على قضيبين متقابلين على الموحد ، أو أى كسر من ذلك . وتؤخذ قراءات جهاز القياس على القضبان التي بين طرفي التوصيل . وفي حالة المحرك ذي الاربعة الاقطاب يجب أن تكون المسافة بين الطرفين ربع عدد القضبان ، وفي المحرك ذي الستة الاقطاب تكون المسافة سدس عدد القضبان ، وهكذا . يجب أن يكون التيار المار في المنتج كافياً لاعطاء ما يقرب من ثلاثة أرباع قيمة الانحراف الكلي للمؤشر . ويمكن الوصول الى ذلك بوساطة تغيير عدد المصابيح الداخلة في الدائرة ، أو جهد البطارية المستعملة .

**الاختبار بوساطة الزوام :** الزوام ، المبين بشكل ٦ - ٦٣ ، جهاز يستخدم للكشف عن التماسات الأرضية ، والقصورات ، والفتحات في الملفات الموجودة على منتج وتحديد مكانها . وهو يتكون من ملف من السلك ملفوف على قلب حديدي ، وموصل الى خط تيار متردد ١١٠ فولت . ويصنع القلب عموماً على شكل حرف H ، وبه فتحة عند القمة ، يمكن أن يبيت فيها المنتج ، كما يظهر في شكل ٦ - ٦٤ . وعندما يمر تيار متغير في ملف الزوام ، ينشأ في ملفات المنتج جهد بفعل عملية المحول .

وفيما يلي الطريقة المتبعة لاختبار المنتج ، للكشف عن التماسات الأرضية ، بوساطة الزوام :

ضع المنتج على الزوام ، وأمرر انتيار فى ملفه . ضع أحد طرفى ملليفولتметр تيار متردد على قضيب الموحد العلوى . ضع الطرف الآخر لجهاز القياس على العمود ، كما يظهر فى شكل ٦ - ٥٦ . اذا سجل جهاز القياس قراءة ، أدر المنتج حتى يصبح القضيب التالى عند القمة ، وأجر الاختبار بالطريقة السابقة . استمر على هذا المنوال حتى تصل الى قضيب لا يعطى انحرافا ، وهذا يعنى أن الملف التماس مع الارض موصل الى هذا القضيب .

**الاختبار بالمحاولة :** يمكن تحديد الملف التماس مع الارض بدون استخدام الزوام ، أو اختبار القياس من قضيب الى قضيب ، وذلك باتباع الطريقة الآتية : فى حالة الملفات الانطباقية ، فك طرفى قضيبين من قضبان الموحد ، يكونان على جانبيين متقابلين من الموحد ، وافصل كلا منهما ، كما ترى فى شكل ٦ - ٦٦ . استعمل دائرة مصباح الاختبار ، وحدد أيا من نصفى الملفات هو التماس أرضا ، ويكون ذلك بلمس العمود بأحد طرفى دائرة الاختبار ، ولمس الاطراف المفصولة بالطرف الثانى . والذى يتسبب فى اضاءة المصباح منها يكون هو النصف التماس مع الارض من الملفات ، أما النصف الآخر فليس به تماس .

افصل الطرفين الموصليين الى أحد قضبان الموحد ، عند المنتصف تقريبا ، فى النصف التماس مع الارض من المنتج ، كما ترى فى شكل ٦ - ٦٧ ، وأجر الاختبار كما سبق . هذه الطريقة تنفى احتمال وجود التماس فى ثلاثة أرباع الملفات . استمر على هذا المنوال بطريقة نفى احتمال وجود التماس ، حتى يتحدد الملف التماس مع الارض .

**اصلاح الملف التماس مع الارض :** بعد تعيين الملف التماس مع الارض ، يصبح من انضرورى معرفة السبب ، واصلاحه لو أمكن . ويكون السبب عادة تمزقا فى عازل المجرى ، أو ضغط احدى الرقائق على الملف عند نقطة معينة . واذا كان مصدر الخلل ظاهرا ، فقد يكون من المحتمل علاجه بسرعة ، وذلك بوضع عازل جديد اذا احتاج الامر ؛ أو اعادة الرقيقة الخارجة الى مكانها الصحيح . واذا لم يكن الخلل ظاهرا ، فقد يكون من الضرورى اعادة عزل ولف جزء من ، أو كل الملفات ، أو حذف الملف المعيب من الدائرة . وتستعمل الطريقة الاولى ، وهى اعادة اللف والعزل ، اذا كان من اللازم وجود الملفات بأكملها فى الدائرة . وسوف يتوقف استخدام الطريقة الثانية على عدة عوامل ، كالوقت ، والنفقات ، ونوع المحل القائم بالاصلاح .

وتشتمل الطريقة الثانية على الخطوات الآتية :

افصل كلا من طرفي الملف المتماس مع الارض من قضيبى الموحد . ضع وصلة بين هذين القضيبين تقصرهما . يبين شكلا ٦ - ٦٨ و ٦ - ٦٩ كيفية رفع الملف ، الملفوف بالخية ، من الدائرة . ويبين شكلا ٦ - ٧٠ و ٦ - ٧١ على الترتيب، كيفية رفع ملف انطباقي ، وملف تموجي ، من الدائرة .

وعلى الرغم من أنه فى هذه الطريقة يبقى الملف المتماس مع الارض على المنتج ، فانها تؤدي الى عزله كهربيا من دائرة المنتج .

وبعد تف طرفي الملف المفصولين بالشريط ، يبقيان فى مكانهما الاصلى ، وذلك بدون أن يلمسا الموحد . واذا كان الملف متماسا مع الارض فى مكانين مختلفين ، اقطعه بينهما ، لكي تمنع تولد تيارات تأثيرية فيه . ولكي تعرف ما اذا كان هناك تماس ارضى فى مكانين ام لا ، ضع المنتج على الزوام وأجر اختبار الكشف عن قصورات .

### الاختبار للكشف عن الملفات المقصورة

**الاختبار بوساطة الزوام :** يعود السبب فى وجود ملفات مقصورة فى ملفات جديدة عادة الى الاهمال ، وشدة الطرق المتكرر على الملفات ، وخصوصا اذا كان الملف مصنوعا بطريقة محكمة . وتحدث هذه القصورات عندما تتلامس لفتان فى ملف تلامسا كهربيا ، أو عندما يتلامس ملف مع الملف المجاور له كهربيا ، أو عندما يحدث قصر بين جانبي ملفين فى مجرى واحد ( قصر على النصف ) .

فيما يلي الطريقة المتبعة فى الاختبار للكشف عن دوائر القصر فى منتج :

ضع المنتج على الزوام ، ومرر التيار فى ملفه . أمسك بقطعة رقيقة من المعين ، كسلاح منشار يدوى ، فوق المجرى العلوى فى المنتج ، كما ترى فى شكل ٦ - ٧٢ . ويجب الامساك بسلاح المنشار ، بحيث يكون فوق المجرى مباشرة ، وعلى امتداد طوله . اذا كان الملف الموجود بهذا المجرى مقصورا ، فسوف يهتز سلاح المنشار بسرعة ، ويحدث ضجة تشبه زوم الحيوانات . واذا ظل السلاح ساكنا ، فهذا دليل على أنه لا يوجد أى قصر فى الملف الذى تحت الاختبار . بعد اختبار المجارى الموجودة على قمة المنتج بسلاح المنشار ، ادر المنتج ، بحيث تأتى بضعة مجار أخرى الى

القمة . اختبارها بنفس الطريقة ، واستمر على هذا المنوال ، حتى تختبر المنتج بأكمله .

إذا كان المنتج كبيرا جدا ، يمكن وضع الزوام فوقه واختباره بنفس الطريقة السابقة ، وفي بعض المحلات يوضع الزوام في الجانب ، مع إمكان تحريكه الى أعلى وإلى أسفل . ويكون المنتج في هذه الحالة راكبا على حصانين من الحديد الى جانب الزوام في أثناء إجراء الاختبار .

إذا كان المنتج محتويا على توصيلات متقاطعة ، أو معادلة ، فلا يمكن اختباره بسلاح المنشار اليدوي . ذلك لأن هذا النوع من المنتجات سوف يتسبب في جعل السلاح يهتز عند كل مجرى ، مما قد يجعلنا نستدل على إمكان وجود قصر في كل ملف . وعلى كل حال ، فإن هذا ليس صحيحا ، وسوف يكون من الضروري اختبار هذا النوع من المنتجات بجهاز قياس .

يتسبب الملف المقصور ، في المنتج الملفوف لهما انطباقيا ، أو لهما تموجيا ، في جعل سلاح المنشار يهتز فوق مجريين ، معينا بذلك المجريين اللذين يوجد بهما جانبا الملف المقصور . ويجب وضع علامة بالطباشير على هذين المجريين . فإذا حدث الاهتزاز في سلاح المنشار عند أكثر من مجريين ، فمن المحتمل أن يكون أكثر من ملف واحد مقصورا . وفي لف تموجي ذي أربعة أقطاب ، يهتز السلاح عند أربع نقاط ، إذا كان القصر بين قضيبين متجاورين ، وفي لف تموجي ذي ستة أقطاب ، سوف يهتز السلاح عند ست نقاط .

من الأسهل - سواء أكان الملف انطباقيا أم تموجيا - تتبع طرفي الملف المصيب ، ومعرفة مكان توصيلهما على الموحد . ويكون الأمر أكثر صعوبة في حالة الملف التاموجي ، ولذلك فسوف يكون من اللازم استخدام جهاز قياس للتتبع . ويكون هذا على الإخص صحيحا ، إذا كان قضيبان من الموحد هما المقصوران . ولمعرفة مكان الطرفين على الموحد بالضبط ، ضغ المنتج على الزوام . استخدم ملليفولتمترا لاختبار القضيبان المتجاورة ، وحيث تكون القراءة على الجهاز أقل من المعتاد ، دل ذلك على وجود قصر .

**الاختبار بجهاز القياس من قضيب الى قضيب :** هذه طريقة لايجاد الملف المقصور ، أكثر كفاية ، كما يمكن الاعتماد عليها أكثر من طريقة اختبار الزوام وجهاز القياس ، ويفضل استخدامها عليها . وفيما يلي التوجيهات الخاصة بهذه الطريقة .

ضع المنتج على حصانين ، وصل الموحد الى منبع تيار مستمر ، مستخدما الدائرة المبينة بشكل ٦ - ٧٣ . ضع طرفي ملف فولتметр تيار مستمر على قضيبين متجاورين ، مبتدئاً بالقضيبين ١ ، ٢ ، واسمح للتيار المار خلال المنتج أن تبلغ قيمته ما يسبب انحراف الجهاز بمقدار ثلاثة أرباع قيمته الكاملة . فاذا كان الملف الموصل الى هذين القضيبين في حالة جيدة ، فسوف يكون الانحراف المسجل على الجهاز عاديا . حرك طرفي الجهاز على القضيبين التاليين ٢ ، ٣ ولاحظ القراءة . يجب أن ينحرف مؤشر الجهاز بنفس القيمة السابقة ، فاذا كانت القراءة أقل ، أو صفرا ، دل ذلك على أن الملف الموصل بين هذين القضيبين في حالة قصر .

**تحذير :** سوف تكون القراءة الناتجة أقل قليلا ، اذا كان الملف كمية من السلك أقل من الآخرين . وفي حالة الف ذى الخية ، والملفات الاخرى التي توضع في المجارى بالملف ، تختلف قراءات الجهاز اختلافات طفيفة ، عند أخذ القراءات المختلفة حول الموحد . والسبب في ذلك أن الملفات تصبح أكبر ، عند وضعها واحدا فوق الآخر . وللتأكد من أن القراءة المنخفضة تدل على وجود قصر ، ضع المنتج على الزوام ، واختبره للكشف عن قصورات . فاذا دل الاختبار على الزوام على أنه على ما يرام ، فإن القراءة المنخفضة تعنى حينئذ قلة في سلك الملف أو في طوله . يستدل على وجود ملف مقصور ، في حالة لف تموجي ذى أربعة أقطاب ، اذا كانت القراءة المسجلة نصف القراءة المعتادة تقريبا ، ويكشف عن مثل هذا الملف على جانبين متقابلين من الموحد .

### إلغاء ملف مقصور على المنتج

اذا دل الاختبار على وجود أكثر من ملف أو ملفين مقصورين على منتج ، كان يعمل منذ عد سنين ، فإن خير ما يتبع هو إعادة لف المنتج بأكمله . وهذا هو ما ينصح به ، لانه من المحتمل أن تكون ملفات المنتج قد تعرضت للسخونة بما فيه الكفاية ، حتى أصبحت متفحمة وهشة ، فتنتج قصورات أخرى أثناء العمل في المنتج على النضد . واذا كان المقصور ملفا أو ملفين وانباقى على ما يظهر في حالة جيدة ، فمن الممكن فصل أمثال هذه الملفات من الدائرة ، بدون اضعاف قيمة معامل الجودة للمحرك . وتتوقف الطريقة التي تتبع لفصل الملفات المقصورة من الدائرة على نوع المنتج .

### فصل ملف مقصور من منتج ملفوف لفا ذ خية

إذا فرضنا أنه أمكن تحديد مكان الملف المقصور ، فإن الخطوة التالية تكون قطع الملفات التى يحتويها الملف على جانب المنتج المقابل للموحد .  
تأكد من قطع كل نفة من الملف ، منعا لحدوث تيارات تأثيرية فى الملف المقصور ، مما يتسبب عنه الضرر للملفات الأخرى .

يؤدى قطع الملف المقصور الى احداث فتح فى الملفات ، ولما كان القضيبان الموصلان الى هذا الملف معروفين ، فانه يمكن تفادى الفتح بعمل توصيلة بين هذين القضيبين . تبين الاشكال ٦ - ٧٤ ، و ٦ - ٧٥ ، و ٦ - ٧٦ الدوائر المتكونة بهذه الطريقة فى لف ذى خية ، ولف انطباقى ، ولف تموجى .  
وشكل ٦ - ٧٧ يبين منظرا آخر لشكل ٦ - ٧٦ . وتوجد طريقة أخرى لفصل الملف ، تشتمل على قطع الملف كما سبق آن بينا ، ثم اجدل لفات أحد الجانبين معا ، وكذلك الجانب الآخر . قبل اجراء عملية الجدل. تأكد من عدم وجود أى عازل على الأسلاك . ليس من الضرورى وضع وصلة على الموحد فى هذه الطريقة ، بل وليس من الضرورى لمس الموحد لإلى سبب من الأسباب .

هذه الطرق فى فصل الملفات من الدائرة غير مستحبة ، لان الملف قد يكون موجودا فى قاع المجرى ، ومن العسير لذلك الوصول اليه بغرض قطعه .  
والى جانب ذلك فقد يلحق الضرر بالملفات الأخرى فى أثناء عملية فصل الملف المعيب . ولذلك يقترح اتباع مثل هذه الطرق فى الحالات الاستثنائية ، عندما يتدخل عامل الوقت فى الموضوع ، أو تكون الحاجة ماسة الى اصلاح مؤقت .  
مما يجعلها ذات فائدة .

### فصل ملف مقصور من ملفات انطباقية لمنتج من الحجم المتوسط

فى هذا النوع من المنتجات قد يكون من الممكن الوصول الى الملف اللازم فصله ، ولكن من المستحيل فصل الملف التالف وحده . والطريقة هى نفسها بانضبط التى اتبعت فى حالة الملف ذى الخية المبينة بشكل ٦ - ٧٤ . والخبرة وحدها هى التى تملئ الطريقة السليمة الواجب اتباعها فى كل عمليات القطع هذه ، وسوف يجد المبتدىء صعوبة فى معالجة هذا الأمر ، ولكن العامل المتمرن لن يحتاج الا الى وقت قصير لتقرير ما يجب اتباعه .

**فصل ملف مقصور على منتج ذى لف تموجى :** يكون طرفا أى ملف على منتج ذى أربعة أقطاب ، ملفوف لفا تموجيا ، موصلين الى ناخيتين متقابلتين

تقريبا على الموحد . واذا قطعنا ملفا مقصورا لفتحه ، فسوف يكون من الضروري حينئذ وضع وصلة بين القضيبين الموصلين للملف المغيب . وهذا يعنى أن الوصلة سوف توضع بين قضيبين على ناحيتين متقابلتين من الموحد ، كما هو مبين بشكلى ٦ - ٧٦ ، و ٦ - ٧٧ .

عندما يجرى اختبار : بجهاز القياس من قضيب الى قضيب ، على منتج ملفوف لفلا تموجيا ، ذى أربعة أقطاب ، فسوف يظهر أثر الملف المقصور على جهاز القياس فى ناحيتين متقابلتين من الموحد . وهذا لا يعنى أن هناك ملفين مقصورين ، وانما يعنى أن الملف المقصور ظهر فى الدائرة مرتين ؛ وذلك لان التيسار يمر فى ملفين على التوالى ، قبل أن يصل الى القضيب المجاور ، فى حالة اللق التموجى ذى الاربعة الاقطاب .

### الاختبار للكشف عن الدوائر المفتوحة :

قد تنتج ادوائر المفتوحة فى المنتج بسبب ضعف توصيل الاطراف الموجودة فى قضبان الموحد ، أو بسبب قطع فى سلك ملف على المنتج . وفى كلتا الحالتين ، سوف تتسبب مثل هذه الحالة فى احداث شرارة عند الفرش . ويمكن فى الغالب كشف التوصيلات الضعيفة والاسلاك المقطوعة بمجرد النظر ، فاذا تعذر ذلك ، يجب اتباع وسائل أخرى للكشف عن الفتح .

**الاختبار من قضيب الى قضيب :** هية المنتج للاختبار بالمليفلولتметр عبر القضبان ، كما هو مبين بشكل ٦ - ٧٨ . لن يسجل الجهاز أى قراءة ، حتى يصبح طرفاه موصلين الى القضيبين اللذين يتصل بهما طرفا الملف المفتوح وسوف يقفز مؤشر الجهاز عند هذا الوضع منحرفا بشدة ، ويجب اتخاذ الاحتياطات اللازمة لمنعه من أن ينحني أو ينكسر .

**اصلاح ملف مفتوح فى ملفات انطباقية :** تتوقف الطريقة التى تتبع لاصلاح الملف المفتوح ، الى حد كبير ، على مقدار الوقت المعين للاصلاح ، وعلى نوع المنتج المراد اصلاحه ، وعلى نوع العمل الذى تخصص فيه محل الاصلاح المنشود . اذا وجد ملف أو ملفان مفتوحين ، فإن الحل المناسب لذلك ، بطبيعة الحال ، يكون بالاستبدال . وتكون إعادة لف المنتج فى العادة ضرورية . والطريقة الأخرى ، وهى أقل كفاية ، تكون بعمل وصلة بين القضيبين اللذين ثبتت أنهما مفتوحان ، وذلك بلحام قطعة من السلك بالقصدير فى مجرى القضيبين . ويبين شكل ٦ - ٧٩ الدائرة التى تتكون

بهذه الطريقة . وهذه هي الطريقة الوحيدة التي يمكن استخدامها في كثير من الحالات . وهناك طريقة أخرى لعمل وصلة بين قضيبين ، وذلك بكشط بعض الميكا التي بينهما ودك قطعة من السلك بينهما ، ثم لحامهما مع القضيبين .

**اصلاح ملف مفتوح في ثف تموجي :** طريقة اختبار ملفات تموجية بجهاز القياس هي نفسها الطريقة التي اتبعت مع الملفات الانطباقية . ولما كان كل ملف على منتج ملفوفاً لفا تموجياً ذي أربعة أقطاب ، موصلاً الى ناحيتين متقابلتين على الموحد ، فان الوصلة للملف المفتوح تكون كالمبينة بشكل - ٨٠ . وهناك طريقة تحتاج الى وقت ومجهود أقل من ذلك ، ولكنها تستلزم رفع ملفين بدلاً من ملف واحد ، وهي مرضية في أغلب الأحيان . وهذه الطريقة ، وهي مبينة بشكل ٦ - ٨١ ، تكون بعمل وصلة بين القضيبين المتجاورين اللذين ثبت وجود الفتح بينهما ، وهذه الوصلة تغني عن الوصلة انطوية من أحد جانبي الموحد الى الجانب الآخر .

**الاختبار بالزوام للكشف عن ملف مفتوح :** لتحديد الملف المفتوح باستخدام الزوام ، ضع المنتج على الزوام بالطريقة المعتادة . اختبر القضيبين العلويين المتجاورين بمليفولتметр تيار متردد . أدر المنتج واستمر في اختبار القضبان المتجاورة . عندما يصبح المليفولتметр موصلاً بين القضيبين المتصلين بالملف المفتوح ، فان مؤشر الجهاز لن ينحرف . وسوف ينحرف المؤشر عند باقي القضبان . يمكن اجراء الاختبار للكشف عن الملف المفتوح بدون استخدام جهاز القياس ، وذلك بقصر القضيبين العلويين بواسطة قطعة من السلك ، كما هو مبين بشكل ٦ - ٨٢ ، فاذا لم تحدث شرارة دل ذلك على وجود ملف مفتوح . وقد يكون الفتح اما عند قضيب الموحد ، واما في الملف نفسه . ويمكن استخدام هذه الطريقة للاستدلال على مكان طرفي ملف مقصور . ومع ذلك فان اجراء الاختبار بسلاح المنشار اليدوي هو أفضل طريقة للعشور على الملف المقصور .

### الاختبار للكشف عن الملفات المعكوسة

ينشأ وجود الملفات المعكوسة على المنتجات التي أعيد لفها حديثاً فقط ، وهي تأتي نتيجة للخطأ في وضع الاطراف في قضبان الموحد . وتختلف طريقة تحديد الملف المعكوس باختلاف أنواع الملفات .



**الاختبار من قضيب الى قضيب فى الملف ذى الحية :** هيه المنتج للاختبار من قضيب الى قضيب . عند وضع طرفى جهاز القياس على قضيبين متصلين بملف معكوس ، كما هو مبين بشكل ٦ - ٨٣ ، تكون القراءة التى يسجلها الجهاز معكوسة . وعند وضع طرفى الجهاز على القضيبين السابقين للملف المعكوس ، وعلى القضيبين التاليين له ، يسجل الجهاز ضعف القراءة . بالرجوع الى شكل ٦ - ٨٤ نجد أنه اذا كانت خيتان فى لف ذى حية معكوستين ، نحصل على ضعف القراءة ، ثم على قراءة معكوسة ، ثم ضعف القراءة مرة ثانية ، وفيما عدا ذلك يجب أن تكون باقى انقراءات عادية .

**الاختبار بقضيب مغناطيسى :** للكشف عن ملف معكوس فى ملفات أخرى ، غير ذات الحية ، يحرك قضيب مغناطيسى فوق كل مجرى ، فينشأ عن ذلك تيار بالتأثير فى الملف الموجود بهذا المجرى . فاذا وصل جهاز قياس بين القضيبين الموصولين لهذا الملف ، كما يظهر فى شكل ٦ - ٨٥ ، فسوف يتحرك المؤشر . فاذا وجد ملف معكوس على المنتج ، فإن التيار المنتج بالتأثير سوف يمر فى الجهاز فى الاتجاه العكسى ، فيسجل الجهاز قراءة معكوسة .

يبين شكل ٦ - ٨٦ طريقة أخرى . عند اسرار تيار مستمر خلال الملفات ، ووضع بوصلة الى جانب كل ملف على التتابع ، فإن ابرة البوصلة سوف تعكس اتجاهها عند وصول البوصلة الى الملف المعكوس .

### اصلاحات الموحد

يبين شكل ٦ - ٨٧ الأجزاء المختلفة للموحد ، وهى تشتمل على عدد من قضبان الموحد ، وعدد مساو له من قطاعات الميكا ، ومن قلب حديدى مكون من حلقتين جانبيتين ، ثم من اسطوانة رابطة توضع عليها القضبان وقطاعات الميكا .

تصنع قضبان الموحد من النحاس الجيد ، وتشكل كما يظهر فى شكل ٦ - ٨٨ ، وهى ذات جوانب مائلة ، والجانب العريض فيها يكون ناحية القمة . وتقطع القضبان على الجانبين جزئيا عند القاع على شكل حرف V والحلقتان الجانبيتان اللتان تتلامسان مع القطاعات التى على شكل V فى القضبان ، تمسك بقضبان الموحد كلها معا جنبا الى جنب . ومن النادر استبدال قضبان مفردة فى الموحد ، لأنها مهمة غير عملية .

تستعمل قطع الميكابين القضبان المتجاورة لمنعها من التلامس ، وغالبا ما يكون من الضروري استبدالها . وتقطع هذه القطع من ألواح من الميكا ذات سمك مناسب ، وتوضع بين القضبان . وعند الاستبدال يجب أن يكون سمك القطع الجديدة هو نفسه سمك الميكا الأصلية ، والا فقد يصبح الموحد اما مفككا ، واما مربوطا باحكام أكثر من اللازم .

تصنع الحلقتان الجانبيتان من الحديد ، ويطلق على كل منهما حلقة V . وهي تغزل بالميكات التي يطلق عليها حلقة الميكا V . وتثبت الحلقتان في قطاعات القضبان التي على شكل V ، فتمسك كل القضبان معا . وفي أحد أنواع الموحدات ، تضغط الحلقة V على قضبان الموحد لتمسكها معا بواسطة صامولة كبيرة تربط على الأسطوانة الرابطة . ويمكن وجود صامولة على كل جانب من جانبي الموحد . وتبين الأشكال من ٦ - ٨٧ الى ٦ - ٩٣ تفاصيل تكوين الموحد . وتربط بعض الموحدات بواسطة مسامير مخنوعة تمتد من حلقة جانبية الى الحلقة الأخرى ، كما لا تزال بعض الأنواع الأخرى من الموحدات تربط بمسامير البرشام ، ولا يمكن إعادة عزلها .

عند فك موحد ، تحل الصامولة الرابطة أولا ، ثم يطرق على القضبان خفيفا بمطرقة ، وسوف يؤدي ذلك الى خروج حلقة V الأمامية من الأسطوانة الرابطة ، وفي نفس الوقت تتفكك القضبان وتنفصل عن بعضها . وتكون قطاعات الميكا في العادة ملتصقة بالقضبان ، فيصبح من اللازم استخدام مطواة لفصلها عنها . وقد يكون من الضروري كشط قطع صغيرة من الميكا من على القضبان ، على الرغم من أن ذلك قد يخلف وراءه أجزاء خشنة ، فإذا كان الأمر كذلك ، يستخدم ورق صنفرة متوسط الدرجة لتنعيم جانبي القضيب . ويجب الاحتفاظ بقطع كاملة من الميكا لقياس سمكها بواسطة الميكرومتر . ويكون سمك الميكا عادة من ٠.٢٠ الى ٠.٤٠ من البوصة . وتوجد الميكا على شكل ألواح عرضها قدمان ، وطولها ثلاث أقدام ويطلق عليها قطع الميكا . كذلك يجب الاحتفاظ بحلقات الميكا الجانبية لكي يمكن قياس سمكها ، وتفصيل حلقات الميكا الجديدة عليها .

### تشكيل قطع الميكا الجديدة

بعد تحديد سمك الميكا ، اقطع المدد اللازم من القطع ، وذلك بعد وضع أحد قضبان الموحد على لوح من الميكا ، وتقسيمة تبعا لذلك الى

مستطيلات ، كما يظهر فى شكل ٦ - ٩٤ . ويمكن عمل ذلك أيضا بقياس طول أحد القضبان وعرضه ، وتسجيل هذين القياسين على لوح الميكا . ومن المستحسن ضمان ضبط انقياس اضافة زيادة الى انقياسات القطعية تقرب من ٣٣ من البوصة . اقطع بعد ذلك مستطيلات الميكا بقاطع ورق او بمقص .

لكى تقطع شكل V فى قطع الميكا اتبع الطريقة المبينة بشكل ٦ - ٩٥ . ضع ما يقرب من ستة مستطيلات من الميكا بين قضيبين ، واربط المجموعة كلها فى منجلة ، مع انعاية بجعل القضيبين فى وضعين متقابلين ومتماثلين تماما . استعمل منشارا يدويا لقطع الميكا على طول الخطوط المنقولة ، كما يظهر فى الرسم . لا تجعل سلاح المنشار يلمس القضيبين ، لأنه بذلك سوف يقطع فى الميكا أعماق من اللازم ، كما أنه سوف يضعف القضيبين فى نفس الوقت . اعكس وضع قطع الميكا وانقضيبين على المنجلة ، واقطع النصف الآخر . لا تحدث أى تغيير فى وضع القضيبين وقطع الميكا بالنسبة لبعضها فى أثناء ادارتها على المنجلة .

سوف تصبح أحرف الميكا خشنة نتيجة نقطتها بسلاح المنشار ، لذلك يلزم تنعيمها بوساطة مبرد سكين أثناء وجود القضيبين وقطع الميكا فى المنجلة . ويجب بزد الميكا حتى تصبح فى نفس المستوى مع أشكال الـ V فى القضيبين ، والا فلن يمكن ربط الموحد بالاحكام الكافى . ارفع قطع الميكا من بين انقضيبين وضع كلا منها على وجهيها على التوالى فوق قطعة من ورق الصنفرة الناعمة ، وحكها بلطف لكى نزيل آخر آثار الخشونة على أحرفها . كرر هذه العملية مع القضبان . هذه مجرد طريقة واحدة لتشكيل قطع الميكا ، وبعض العمال يقطعونها واحدة فواحدة بوساطة مقص وتختلف الطريقة باختلاف الأشخاص .

### عمل حلقات ميكا جديدة على شكل V

الى جانب عمل قطع الميكا الجديدة ، قد يكون من الضرورى أيضا تجديد حلقتى الميكا V ، ويمكن استعمال الحلقتين القديمتين كنموذج لهذا الغرض ، أو يمكن استخدام حلقة الحديد .

لكى يمكن استخدام الطريقة الاولى يجب الاحتفاظ بكل ما يمكن حفظه من حلقة الميكا القديمة . واذا لم يكن الموحد قد أعيد عزنه على الاطلاق ، فسوف تكون الحلقة قطعة واحدة . وحلقة V فى الواقع عبارة عن حلقتين

منفصلتين ، واحدة خارجية وواحدة داخلية ، وتدخل أحدهما في الأخرى بالضبط ، كما يظهر في شكل ٦ - ٩٧ . ولجعل هذه الحلقة مزدوجة ، لابد من استخدام آلة للنصب ومكبس ، ولما كانت هذه المعدات غير متيسرة عادة في محلات التصليح المتوسطة ، تصنع الحلقتان ، الداخلية والخارجية ، كل على حدة .

وفيما يلي طريقة صنع حلقات الميكا :

اقطع حلقة V الأصلية على طول الخط المبين بشكل ٦ - ٩٧ ، وبذلك تفصل الحلقة الداخلية عن الحلقة الخارجية . نفرض أنه يراد عمل حلقة V الداخلية . اقطع الحلقة القديمة وسخنها على لهب غاز أو بالبورى وذلك لجعلها أكثر ليونة ومنعها من التشقق . ( لا توجه اللهب إلى الميكا مباشرة ) . يمكن حينئذ بسط الميكا وسوف تتخذ شكلا كالمبين بشكل ٦ - ٩٨ .

توضع حلقة V المبسوطة على قطعة من الميكا المطبوخة ، وترسم حدودها عدة مرات ، ثم تقطع هذه بالمقص من الميكا المطبوخة ، وقد يكون من اللازم استخدام التسخين أثناء هذه العملية لمنع الميكا من التشقق والتشقق ( توجد أيضا ميكا مطبوخة لا تحتاج إلى تسخين ) . سخن الميكا تسخيناً خفيفاً ثم سوها بالأصابع لكي تلائم حلقة الحديد V . اجعل سمك الحلقة هو نفسه سمك الحلقة الأصلية ، وقد يكون من اللازم استعمال عدة قطع من الميكا للحصول على السمك المطلوب . تنبع نفس الطريقة في عمل الحلقة الخارجية .

في طريقة ثانية تستخدم حلقة الحديد V كنموذج . نفرض أنه يراد عمل حلقة الميكا الخارجية . ضع قطعة من الورق النظيف على الحلقة واضغط على الورق . كما يظهر في شكل ٦ - ٩٩ ، لتشكيل الحدود الخارجية ، التي تستخدم أبعادها لتحديد بعدى قطعة الميكا اللازم تشكيلها .

وفي طريقة ثالثة تستعمل معادنة . يبين شكل ٦ - ١٠٠ أن حلقة V بعد قطعها وبسطها تمثل الجزء العلوى من مخروط ، ولذلك فإن أبسط طريقة لاعداد حلقة V تكون بإيجاد مقاس المخروط الذى سوف يحتوى على الحلقة .

اصنع رسماً كذلك الموجود في شكل ٦ - ١٠٠ ، وهو يبين مخروطاً ، والجزء المظلل فيه يمثل الحلقة . إذا قص المخروط على طول الخط المبين ،

ثم بسط ، فسوف ينتج مقطع الحلقة الدائري . بايجاد البعدين س ، ص ،  
ورسم دائرتين بهذين البعدين كنصفى قطريهما ، نكون قد وضعنا أيدينا  
على حل المسألة . وفيما يلي الطريقة التي تتبع لايجاد هذين البعدين :

قس البعدين أ ، ب المبيينين فى شكل ٦ - ١٠١ على الحلقة الحديدية V  
بوساطة مسطرة . ويمكن تحليل المخروط أيضا الى مثلثين ر ، ط ، وهما  
متشابهان ، وانما يختلفان فى المساحة . ومن هذه العلاقة يمكن الحصول  
على معادلة بسيطة .

فى مثلثين متشابهين

$$\frac{\text{أ}}{\text{س}} = \frac{\text{ب}}{\text{ج}} \quad \text{فى المثلث ط أو}$$

$$\frac{\text{أ}}{\text{س}} = \frac{\text{ب}}{\text{ج}} \quad \text{أو} \quad \frac{\text{أ}}{\text{س}} = \frac{\text{ب}}{\text{ج}} \times \frac{\text{أ}}{\text{ج}}$$

باستعمال البعد س كنصف قطر ، ارسم دائرة . ارسم دائرة أخرى  
بداخل هذه الدائرة مستعملا البعد ص = س - ج كنصف قطر . والحلقة  
المكونة من هاتين الدائرتين سوف تمثل حلقة V وهى مبسطة .

### اعادة انجيمع الموحد

بعد عمل الحلقات وتشكيل قطاعات الميكا ، تكون الخطوة التالية هى  
تجميع الموحد . ويتم ذلك على الوجه التالى : ضع حلقات الميكا فى موضعها  
على حلقة V الحديدية ، وسخنها لكى يمكن ملامتها لها تماما . ضع قضيبا  
فى موضعه على حلقة V ، والى جانب القضيب ضع قطاع ميكا ، ثم ضع  
قضيبا بعد القطاع ، وهكذا . تأكد من وجود قطاع ميكا بين كل قضيبين ،  
وكن حريصا على بقاء حلقات الميكا فى مكانها أثناء عملية التجميع . بعد  
وضع كل القضبان وقطاعات الميكا معا ، ضع حلقة V العلوية فى مكانها ،  
ثم اربط بالصامولة أو بالمسامير . ويسخن الموحد فى أثناء عملية الربط  
بوساطة البورى ، أو موقد بنزن ، أو أى مصدر آخر للحرارة .

بعد نهاية العملية يجب أن يكون الموحد محكم الربط ، وتكون جميع  
القضبان متحاذاة . وإذا لم تكن القضبان فى جذاذ بعضها ، يجب حل  
الموحد ولى القضبان حتى تأخذ الوضع الصحيح . يوجد لدى بعض المحلات  
مشابك ماسكة توضع حول الموحد أثناء عملية الربط .

يختبر الموحد بعد عملية التجميع للكشف عن التماسات الأرضية  
والقصورات . ولمعرفة ما اذا كان الموحد محكم الربط بما فيه الكفاية ، اطرق

القضبان بلطف بمطرقة خفيفة . فاذا كان التجميع مضبوطا ، فسوف يصدر عن الموحد صوت رنان ، فى حين يكون الصوت أجوف ، لو كان الموحد مفككا .

### القضبان المقصورة ٢

إذا وجدت قضبان مقصورة فى موحد جديد العزل ، ولم تكن الملفات قد وصلت اليه بعد ، فمن السهل إعادة العزل بين هذه القضبان . وإذا كانت الملفات قد وصلت الى الموحد ، فان العملية تصبح أكثر صعوبة . وعندما يأتى منتج مقصور الى المحل ، حدد أولا ما اذا كان القصر فى الملفات أو على الموحد ، وذلك بفصل الاطراف من القضبان المشكوك فى أمرها ، ثم اختبر هذه انقضبان بمصباح اختبارى لترى ما اذا كانت مقصورة أم لا .

ومن المعتاد أن نفترض أولا أن هناك قصرا جزئيا ، نتج عن ميكاف متفحمة أو وساخة بين انقضبان . ولنفى هذا الاحتمال ، انحت سلاح منشار يدوى على حجر النحت ، بحيث يصبح طرفه على شكل الحطاف ، كما يظهر فى شكل ٦ - ١٠٢ ، ثم اكشط به بعض الميكاف . وفى بعض الأحيان يكون من الضروري الكشط فى الميكاف الى عمق كبير نسبيا ، حتى يمكن ازالة القصر . وعند كشط الميكاف تكون سوداء ومحببة اذا كانت متفحمة ، فى حين تكون الميكاف فى حالتها الطبيعية بيضاء . اذا أدت هذه العملية الى ازالة القصر ، فيجب سد الثقوب التى حدث نتيجة الكشط . ويكون ذلك بوضع حشو يطلق عليه أسمنت الموحد ، وهو يتكون من مسحوق الميكاف المصحونة ممتزجا مع الفراء لعمل عجينة . ويوضع الحشو بين القضبان بمطواة أو سلاح ويترك حتى يتصلب .

وإذا حدث فراغ نتيجة لانفصال قطعة من الميكاف ، سد الثقب الحادث بقطعة من الميكاف ، ثم غطها بالأسمنت . ويجب ملاحظة أن هذا الأسمنت يكون موصلا للكهربائية وهو معجون ، ولذلك يجب تركه حتى يجف تماما .

### إعادة عزل موحد مقصور وهو موصل الى الملفات :

إذا تعذر ازالة القصر بالكشط ، ارفع عدة قضبان ، وضع ميكاف جديدة بينها . ويمكن عمل ذلك بالطريقة الآتية ، مع موحد يمكن تفكيكه من الجانب الأمامي :

فك اللحام من أطراف القضبان المقصورة . حل الصامولة التى تربط أجزاء الموحد معا . اطرق طرقا خفيفا بمطرقة لفك الحلقة الجانبية وعدد

من القضبان . ارفع الحلقة الجانبية ، ثم شد القضبان المقصورة بواسطة الزردية ، كما يظهر فى شكل ٦ - ١٠٣ . استخدم هذه القضبان فى عمل قطاعات ميكاجديدة . ضع الميكا الجديدة والقضبان فى مكانها وأعد التجميع .

إذا كان هناك قصر واحد فقط ، والموحد يفتح من الخلف ، فمن السهل اجراء الاصلاح برفع الطرفين من أحد القضبان ، والتأكد من أنهما ملحومان معا ، ثم لفهما بالشريط بحيث لا يمكن أن يلصقا الموحد . صل بعد ذلك القضبين المقصورين معا ، والدائرة الناتجة من هذه العملية مبينة بشكل ٦ - ١٠٤ . وفى أنواع أخرى من الموحدات قد يكون من الضرورى رفع الموحد بأكمله من فوق العمود .

### القضبان المتماسة أرضيا :

ينشأ التماس الأرضى عادة عند حلقة الميكا الأمامية ، ويحدث ذلك لأن جزءا من الحلقة الأمامية مكشوف مما يؤدي الى تراكم الزيت والغبار والأوساخ عليه . ويمكن معرفة التماس بسهولة ، اذ ينشأ فى العادة ثقب كبير ، كما أن جزءا من حلقة الميكا يكون قد احترق تماما ، عند مكان التماس . وخير طريقة للتخلص من هذا كله أن ترفع الحلقة الأمامية ، وتقطع الجزء التالف من حلقة الميكا ، وتستبدل بجزء سليم ، كما يظهر فى شكل ٦ - ١٠٥ . وقد يكون من اللازم وضع قطاعات ميكاجديدة فى نفس الوقت . تأكد من أن قطع الميكا على الحلقة متداخلة فوق بعضها ، وذلك لمنع احتمال عودة ظهور التماس الأرضى . وإذا لم يكن الموحد يفتح من الأمام ، يرفع من مكانه بوضع المنتج فى مكبس ايدزوليكي ، ثم يضغط الموحد الى الخارج . وإذا كان من المستحيل رفع الموحد بدون الاضرار بالملفات ، يخرط الموحد تقديم على المخرطة خرطا تاما ، ويجب تسجيل أبعاد الموحد قبل القياس بهذا الاجراء ، حتى يمكن بناء موحد جديد . هذا هو ما يحدث غالبا فى حالة المنتجات الصغيرة ، وعند عمل الموحد الجديد فمن المستحب وضع رباط من الحبل حول حلقة الميكا الأمامية ودهنها بنوع جيد من الورنيش الصازل أو الجملكة ، وسوف يمنع ذلك انزيت والأوساخ ، الى حد كبير ، من التغلغل تحت انقضبان ، والتسبب فى عمل المقصورات والتماسات الأرضية .

### القضبان العالية :

يمكن العثور على القضبان العالية ، كالمبينة فى شكل ٦ - ١٠٦ ، وذلك بامرار الأصابع فوق القضبان . وتنشأ هذه الحالة نتيجة للتفكك الذى

يصيد الموحد بفعل الحرارة الزائدة ، أو القضبان المقصورة ، أو عدم اتقان التجميع ، وهكذا . ولعلاج هذه الحالة اطرق على القضيب خفيفا بمطرقة حتى يأخذ الوضع الصحيح ، ثم أحكم رباط الصامولة . اخرط الموحد على المخرطة أو حكه بالحجر اذا كان فى محرك .

**أحجار الموحد :** تصنع أحجار الموحد على درجات متفاوتة من خشونة وهى تستخدم لتنعيم الموحد اذا كان سطحه خشنا . وتستعمل الأنواع الأكثر خشونة فى حالة الموحدات ذات السطح الحشن جدا ، فى حين تستخدم الأنواع الأقل خشونة فى المراحل النهائية لعملية التنعيم ، وفى حالة الموحدات التى لا يكون سطحها زائد الخشونة . وفى حالة التقضبان العالية يجب استخدام درجة متوسطة . ويمسك بالحجر فى اليد ، بينما يكون المنتج دائرا ، ويضغط به على الموحد حتى يصبح سطحه ناعما ، ثم يمسك بنوع ناعم من ورق الصنفرة ويضغط به على الموحد لاتمام العملية .

### القضبان المنخفضة

يمكن معرفة القضيب المنخفض ، كالمبين بشكل ٦ - ١٠٧ بامرار الأصابع أيضا على الموحد . وقد تنشأ هذه الحالة نتيجة لضربة من جسم ثقيل . ولعلاج مثل الحالة السابقة : اخرط الموحد على المخرطة ، وحكه بالحجر ثم بالصنفرة .

### الميكات العالية

اذا كانت قطاعات الميكات أعلى من قضبان الموحد التى تحيط بها ، تنشأ الحالة المسماة بالميكات العالية . وقد ترجع هذه الحالة الى حقيقة أن قضبان الموحد تتآكل بسرعة أكثر من قطاعات الميكات ، ويمكن أن يكون السبب فى ذلك استعمال فرش كربون رديئة . فحينما تكون الميكات فى مستوى سطح القضبان يجب استخدام فرش من نوع صلب ، بحيث تتآكل الميكات بنفس معدل تآكل القضبان .

ويكون علاج هذه الحالة بقطع الميكات حتى تصبح تحت مستوى سطح القضبان . ويمكن اتمام هذه العملية باستخدام آلة تتكون من محرك كهربى صغير بعجلة منشار على محوره . وفى أثناء وجود المنتج على مخرطة يعمل قطع فى كل قطاع من الميكات بحيث يصبح تحت مستوى سطح القضبان بما يقرب من ١/٨ من البوصة . ويجب أن يكون سمك عجلة المنشار هو



نفس سمك الميكا . ويمكن قطع الميكا الى ما تحت مستوى سطح القضبان باستخدام مبرد صغير معد خصيصا لهذا الغرض . ويجب العناية بمراعاة ألا تبقى أية أجزاء من الميكا على جوانب القضبان ، كما يظهر على يمين شكل ٦ - ١٠٨ . فاذا كانت هناك ميكا على الجوانب يمكن ازالتها بسهولة بقطعها بوساطة سلاح منشار يدوي .

## الباب السابع

### محركات التيار المستمر

محرك التيار المستمر هو آلة يمكن ، عند تغذيتها بالتيار الكهربى ، أن تستخدم فى الأشغال الميكانيكية ، كادارة المضخات ، وآلات الورش ، وهكذا . وتستخدم محركات التيار المستمر على نطاق واسع أيضا فى الاستعمالات التى تحتاج الى تنظيم السرعة . ولهذا السبب تساق معظم عربات الترولى ، وانقطارات الكهربىة ، والمصاعد بمحركات التيار المستمر . وهى تصنع بأحجار تتراوح بين جلف من الحصان وآلاف الأحصنة . وشكل ٧ - ١ يمثل محركا مثاليا للتيار المستمر .

### النكوين

أجزاء محرك التيار المستمر الرئيسية هى المنتج ، والاقطاب المغناطيسية ، والاطار ، والغطاءان الجانبيان ، وحامل الفرش . والمنتج هو الجزء الذى يدور فى المحرك ، وهو يتكون من قلب حديدى من الرقائق يحتوى على مجار توضع بها ملفات من السلك . ويوضع القلب مضغوطا على عمود من الحديد الصلب ، الذى يحمل الموحد أيضا . وهذا الأخير ينقل التيار من فرش كربونية الى الملفات فى المجارى . يبين شكل ٧ - ٢ منتجا بمجار مستقيمة ، ويبين شكل ٧ - ٣ منتجا آخر بمجار مائلة .

يصنع اطار محرك التيار المستمر عادة من الحديد الزهر ، أو الحديد المطاوع ، وهو دائرى الشكل عموما ، ومهيا لكى يمكن تركيب أقطاب المجال المغناطيسى بداخله ، كما يظهر بشكل ٧ - ٤ . ويصنع كثير من المحركات أيضا باطار من رقائق الحديد . وتثبت أقطاب المجال داخل الاطار بوساطة مسامير محوية ، أو مسامير بصواميل ، ولكنها فى المحركات الصغيرة تصب مع الاطار . وتتكون الأقطاب فى المحركات الكبيرة من الرقائق ، كما يظهر فى شكل ٧ - ٥ ، وهى تربط مع الاطار بالمسامير . ويحمل القطب المغناطيسى ملفات المجال ، وهى تتكون من ملفات من السلك المعزول ، تلف بالشريط قبل وضعها على قطب المجال .

يحمل الغطاءان الجانبيان ، اللذان يشبثان مع الاطار بوساطة مسامير ، ثقل المنتج ، ويحفظانه على أبعاد متساوية من الأقطاب . ( انظر شكل ٧ - ٦ ) . ويحتوى الغطاءان الجانبيان على الكرسيين اللذين يدور فيهما عمود المنتج ، وهما قد يكونان كرسيي جلبة ، كما يظهر فى شكل ٧ - ٧ ، و ٧ - ٨ ، أو كرسيي بلى ، كما يظهر فى شكل ٧ - ٩ .

يجب نقل التيار الى ملفات المنتج فى جميع محركات التيار المستمر ، ويحدث هذا بتوصيل أطراف الملفات الى الموحد ، ثم تغذية الموحد بدوره بالتيار . ويمكن تزويد الموحد بالتيار عن طريق فرش كربونية ، تركيب عليه ، وتلامس معه أثناء دورانه . تمسك الفرش فى الوضع الساكن بوساطة حوامل الفرش ، التى تركيب عموما على ماسك الفرش المبين بشكل ٧ - ١٠ . ويركب ماسك الفرش عادة على الغطاء الأمامى ، وهو مكون بطريقة تجعل من الممكن تغيير وضع الفرش . وفى المحركات الصغيرة تصعب حوامل الفرش عادة كجزء من الغطاء الجانبي . وتعزل حوامل الفرش عن الغطاء الجانبي ، فى جميع المحركات ، لمنع حدوث اتصالات الأرضية ، ولمنع عمل دوائر قصر على الفرش .

### التوصيلات فى محركات التيار المستمر

توجد ثلاثة أنواع من محركات التيار المستمر : محرك التوالى ، ومحرك التوازى ، ثم المحرك المركب . وتشابه هذه الأنواع من ناحية المظهر الخارجى ، ولكنها تختلف فى تكوين ملفات المجال المغناطيسى ، كما تختلف فى طريقة التوصيل بين هذه الملفات والمنتج . فمحرك التوالى يحتوى على ملفات مغناطيسية تتكون من بضع لفات من السلك ، وتوصل على التوالى مع المنتج ، كما يظهر فى شكل ٧ - ١١ . ولهذا المحرك عزم دوران ابتدائى مرتفع ، وسرعة متغيرة ، فكلما زاد الحمل نقصت السرعة . ويستخدم محرك التوالى عموما فى الرافعات والاوناش وعربات الترولى ، الخ .

ويحتوى محرك التوازى على ملفات مغناطيسية تتكون من عدد كبير من لفات السلك ، وهى توصل على التوازى مع المنتج ، كما يظهر فى شكل ٧ - ١٢ . ويمتلك المحرك عزم دوران متوسط القيمة وسرعة ثابتة ، وهو يستخدم فى الاستعمالات التى تتطلب سرعة ثابتة ، مثل المناقب ، والمخارط وهكذا .

فى المحرك المركب المبين بشكل ٧ - ١٣ تشتمل ملفات المجال على ملفات توالى وملفات توازى ، وهى لذلك تتكون من قسمين . ويوصل أحد القسمين

( ملفات التوالى ) مع المنتج على التوالى ، فى حين يوصل القسم الآخر  
( ملفات التوازى ) مع المنتج على التوازى . ويجمع هذا المحرك بين خواص  
محرك التوالى وخواص محرك التوازى .

### تكوين ملفات المجال المغناطيسى

تتكون ملفات التوالى من لفات قليلة نسبيا من السلك الغليظ ، الذى  
يتوقف قطره على قدرة المحرك بالحضان وجهده . ويلف السلك عموما على  
هيكل من الخشب يتكون من جزء متوسط له . . تقاس الملف وقطعتين  
جانبيتين لحفظ الملف فى مكانه . شكل ٧ - ١٤ يبين الأجزاء المختلفة لهذا  
الهيكل ويكون الجزء المتوسط عادة ذا ميل طفيف ، وذلك لتسهيل عملية  
رفع الملف فوق الهيكل . ويمكن الاحتفاظ بشكل الملف أثناء رفعه من مكانه ،  
إذا وضعنا على الجزء المتوسط قطعة من الشريط أو الحبل قبل عمل الملف ،  
اذ يمكن بذلك ربطه بسهولة بعد عملية اللف كما يظهر فى شكل ٧ - ١٥ .  
يوضع الهيكل على محور مخرطة أو آلة عمل الملفات ، ثم يلف بنفس عدد  
اللفات ونفس مقاس السلك فى الملف الاصلى . ويمكن الحصول على أبعاد  
الهيكل من الملف الاصلى ، أو بقياس أبعاد القلب وعمل حساب لسمك  
الشريط . شكل ٧ - ١٦ يبين قطب مجال مغناطيسى بعد لفه بطبقة من  
الكامبرك المدهون بالورنيش ، ثم لفه بطبقة من شريط القطن .

تتكون ملفات التوازى من عدد كبير من لفات السلك الرفيع ، مرتبة كما  
يظهر فى منظر القطع بشكل ٧ - ١٧ . ولما كان عدد اللفات فى ملفات التوازى  
قد يبلغ عدة آلاف ، فنحن لا ننصح بمحاولة إعادة لف هذا النوع من الملفات  
بعد اللفات الموجودة فيه . والطريقة المتبعة تكون بوزن الملف القديم ، ثم  
عمل الملف الجديد بنفس الوزن ونفس السلك . وملفات التوازى تلف  
وتغطى بالشريط بنفس الطريقة التى تتبع مع ملفات التوالى .

تتكون ملفات المجال المركبة من ملفات توالى ، وملفات توازى ، كما يظهر  
فى شكل ٧ - ١٨ . ويستعمل نفس نوع الهيكل مع ملفات المجال المركبة .  
ونبدأ أولا بلف الجزء الخاص بملفات التوازى على الهيكل ، وتكون مطابقة  
للملفات الأصلية فى جميع تفصيلاتها . ولعمل طبقة العازل التى تظهر فى  
شكل ٧ - ١٩ ، توضع عدة ملفات من شريط الكامبرك المدهون بالورنيش  
وهو فى مكانه على الهيكل ، أو يرفع الملف من فوق الهيكل ويلف بشريط  
الكامبرك المدهون بالورنيش . وفى النهاية الأخير، يوضع الملف مرة ثانية  
على الهيكل بعد لفه بالشريط . بعد ذلك يلف العدد الصحيح من لفات

السلك لملفات التوالى • ثم يربط جبل أو شريط فوق طبقة العازل ، وتلحم بالقصدير وصلات مرنة مع أطراف الملف وتغطى بالشريط ، وهذه عملية مهمة ويجب أداؤها بعناية • ويكون مقاس السلك عند طرفى ملفات التوازي أصغر من مقاسه عند طرفى ملفات التوالى • يغطى الملف بالكامبرك المدهون بالورنيش ، ثم بطبقة من شريط القطن • شكل ٧ - ٢٠ يبين الملف الكامل • شكل ٧ - ٢١ يبين كيفية وضع ملف المجال على قلب المجال • وفى المحركات الكبيرة تلف ملفات التوالى وتغطى بالشريط عادة على انفراد ، ثم توضع الى جانب ملفات التوازي التى تمت ، وهذا النوع من التكوين مبن بشكل ٧ - ٢٢ • وفى المحركات الكبيرة جدا يستعمل سلك مستطيل المقطع فى ملفات التوالى للاقتصاد فى التحيز المستعمل •

تستخدم فى معظم محركات التيار المستمر أقطاب توحيد لمنع حدوث شرار عند انفرش • وهذه الأقطاب أصغر من الأقطاب الرئيسية وتثبت فى الاطار بينها • وهى مثل ملفات التوالى ، تلف على هيكل ، عادة من الفبر ، بعدد قليل نسبيا من لفات السلك الغليظ • يبين شكل ٧ - ٢٣ ملف توحيد وقلبه • ويوضع هيكل الفبر والملف فوق قلب قطب التوحيد ، وتثبت فى مكانها بخوابير •

**تجدير :** يجب عزل ملفات التوازي عزلا مناسباً عن ملفات التوالى ، وذلك منعا لحدوث دوائر قصر بين نوعى الملفات •

أثناء تغطية ملف المجال بالشريط يجب ربط الأطراف المرنة ، وذلك لمنعها من أن تتمزق وتنفصل عن الملفات • يجب ألا يتمزق الشريط المغطى للملف أو ينثنى أثناء وضعه على القلب ، وقد يتسبب الإهمال فى العمل فى حدوث تماسات أرضية •

### توصيل أقطاب المجال

توصل أقطاب المجال فى محركات التيار المستمر بحيث تنتج قطبية مختلفة فى الاقطاب المتجاورة • وعلى ذلك ، فى المحرك ذى القطبين المبين بشكل ٧ - ٢٤ يكون أحد القطبين شماليا والآخر جنوبيا • وفى محرك ذى أربعة أقطاب يجب أن يختلف القطبان المتجاوران ، كما يظهر فى شكل ٧ - ٢٥ وتوصل أقطاب المجال بعضها ببعض على التوالى ، الا فى حالة المحركات الكبيرة جدا ، وفى المحركات التى أعيد توصيلها لتخفيض الجهد المستعمل •

لتكوين قطبية مختلفة في الاقطاب المتجاورة يجب أن يمر التيار في ملف القطب الاول في اتجاه عقربى الساعة ، وفي ملف القطب الثانى فى عكس اتجاه عقربى الساعة ، ثم فى ملف القطب الثالث فى اتجاه عقربى الساعة ، وهكذا . ومن العسير جدا تحديد هذه الاتجاهات اذا كانت الاقطاب ملفوفة بالشريط ، ويمكن حينئذ استخدام ثلاث طرق للحصول على القطبية الصحيحة للملفات الاقطاب ، وهى : (١) التجربة والخطأ ، (٢) البوصلة ، (٣) استخدام قضيب حديدى أو مسمار .

يجب استخدام طريقة التجربة والخطأ فقط مع المحركات الصغيرة ذات القطبين . يوصل ملفا القطبين بالطريقة المبينة عند أ فى شكل ٧ - ٢٦ ، ثم يوصل المحرك الى التيار ، فاذا لم يدر ، اعكس توصيل السلكين فى أحد الملفين ، كما هو مبين عند ب ، وسوف يدور المحرك بعد ذلك . ويكون من المسلم به فى هذه التجربة أن ملفات المنتج والمجال فى حالة جيدة . ويمكن اختبار محرك التوازي بنفس الطريقة .

تستخدم طريقة البوصلة مع أى عدد من الاقطاب . واذا كان المحرك مركبا اختبر كلا من نوعى الملفات على حدة . لاختبار ملفات الاقطاب فى محرك دى اربعة أقطاب ، توصل الملفات الاربعة على التوالى ، كما هو مبين فى شكل ٧ - ٢٧ ، ثم تغذى بتيار مستمر على جهد منخفض ، اذا كان الاختبار يجرى على ملفات التوالى ، والا أمكن استعمال ١١٠ فولت . ثم توضع بوصلة على مقربة من القطب بداخل المحرك ، أو بجوار ملف القطب ، كما يظهر فى الرسم ، ويلاحظ أى من طرفى ابرة البوصلة يشير الى القطب . وعند تحريك البوصلة الى القطب الذى يليه ، يجب أن يجذب الطرف الآخر للابرة . فاذا انجذب نفس الطرف من الابرة ، اعكس توصيل طرفى هذا القطب . استمر بهذه الطريقة حتى تراجع كل الاقطاب ، ويجب أن تكون الاقطاب المتجاورة مختلفة فى قطبيتها .

لا يمكن استخدام الطريقة المذكورة بعاليه اذا كان المنتج بداخل المحرك . وفى هذه الحالة يمسك بأحد طرفى قطعة من الحديد المطاوع فى مقابلة قطب المجال ، ويكون طرفها الآخر ممتدا الى خارج المحرك . وللكشف عن القطبية ، أمسك بالبوصلة فى مقابلة الطرف الخارج لقطعة الحديد المطاوع . وقبل لمس القطب التالى ، يجب طرق قطعة الحديد المطاوع بشدة على المنضدة ، حتى يمكن ازالة آثار المغناطيسية المتبقية فيها من القطب الاول ، والتى تعمل على قلب وضع ابرة البوصلة . استمر على هذا المنوال حتى تختبر

جميع الاقطاب . ويجب أن تكون القطبية مختلفة في الاقطاب المتجاورة ، كما سبق .

الطريقة الثالثة لاختبار القطبية تكون باستخدام قضيب حديدي أو مسمار ، فتوصل ملفات المجال على التوالي وتغذى بتيار مستمر على جهد منخفض ، ثم يوضع رأس المسمار في مقابلة أحد الاقطاب ، كما يظهر في شكل ٧ - ٢٨ . فإذا كانت القطبية صحيحة ، فسوف ينجذب الطرف الآخر للمسمار إلى القطب التالي ، وإن لم تكن صحيحة ، فسوف يطرد .

### توصيل محركات التيار المستمر

#### محرك التوالى

يوصل محرك التوالى بالطريقة المبينة بشكل ٧ - ٢٩ ، وهذا محرك توالى ذو قطبين ، فيوصل ملفا المجال معاً على التوالي ، ثم يوصلان على التوالى مع المنتج . توجد في الشكل ثلاثة رسومات لتوضيح طريقة التوصيل .

#### محرك التوازى

يوصل محرك التوازى بالطريقة المبينة في شكل ٧ - ٣٠ ، فتوصل ملفات التوازى مع بعضها على التوالي لتوليد قطبية مختلفة في الاقطاب المتجاورة ، ثم يوصل كلها عبر طرفى الخط . ويوصل طرفا المنتج أيضاً عبر الخط ، بحيث يصبح المنتج وملفات الاقطاب متصلة معاً على التوازى .

#### المحرك المركب

يوصل المحرك المركب بالطريقة المبينة في شكل ٧ - ٣١ ، فتوصل ملفات التوازى مع بعضها على التوالي لانتاج القطبية الصحيحة ، وتوصل كلها عبر الخط . ثم يوصل ملفات التوالى وتختبر للكشف عن قطبيتها والتأكد من صحتها ، ومن المهم جداً أن تكون القطبية الناتجة من ملف التوالى على قطب هي نفسها القطبية الناتجة من ملف التوازى على نفس القطب . وتوجد طريقة للكشف على هذه المسألة بدقة ، سوف نقسوم بشرحها فيما بعد . وبتوصيل المنتج تكمل العملية .

والمحرك المبين بشكل ٧ - ٣١ هو أحد أنواع أربعة من المحركات المركبة . وعلى الرغم من أن هذه هى التوصيلة الشائعة الاستعمال غالباً ، وهى التى يجب استخدامها ، ما لم يطلب غير ذلك ، فمن المهم أن يكون

الطالب على دراية بالانواع الاخرى . والانواع الاربعة هي : التوازي الطويل المتشابه ، والتوازي الطويل والتوازي القصير المتباين .

في محرك التوازي الطويل المتشابه ، يمر انتيسار في ملفات التوازي وفي ملفات التوالى للقطب في نفس الاتجاه ، وهذا مبين في شكل ٧ - ٣٢ . ومثل هذا المحرك يقال عنه أنه مركب بالمتشابه . وعندما يكون مجال التوازي موصلا عبر الخط ، يطلق عليه التوازي الطويل . ويكون الرسم الكامل للمحرك المبين بشكل ٧ - ٣٢ هو محرك توازي طويل متشابه . اذا كان توصيل ملفات التوازي في محرك بحيث تكون معكوسة بالنسبة لتوصيل ملفات التوالى ، فسوف يمر فيها التيار في الاتجاه العكسى ، وهذا مبين بشكل ٧ - ٣٢ . وسوف ينتج عن ذلك مجالان متضادان ، ويعرف المحرك بأنه محرك موصل بالتباين . ولا تستخدم المحركات التى من هذا النوع الا غرارا ، وفي اشغال خاصة فقط .

يعرف محرك التوازي الطويل المتباين بأنه المحرك الذى يكون توصيل ملفات التوازي فيه عبر الخط ، بحيث ينتج من ملف التوازي قطبية تخالف القطبية الناتجة من ملف التوالى الموجود على نفس القطب .

عند توصيل ملفات التوازي في محرك مركب مع نهايات المنتج ، بدلا من توصيلها عبر الخط ، يعرف المحرك بأنه « محرك توازي قصير » ويمكن أن يكون هذا المحرك أيضا اما متشابه او متباين . فاذا كان توصيل ملفات التوازي مع المنتج بحيث يمر فيها التيار في نفس الاتجاه مثل ملفات التوالى ، يعرف المحرك بأنه محرك توازي قصير متشابه ، وهذا النوع مبين بشكل ٧ - ٣٤ . واذا كان توصيل ملفات التوازي الى المنتج بحيث يمر التيار فيها في عكس اتجاه مروره في ملفات التوالى ، يعرف المحرك بأنه محرك توازي قصير متباين . وهذا النوع مبين بشكل ٧ - ٣٥ .

### أقطاب التوحيد

يوجد في كل محركات التوازي ، والمركبة تقريبا ، اثنتى تكون قدرتها نصف حصان أو أكثر ، أقطاب مساعدة ، أو أقطاب توحيد ، توضع بين الاقطاب الرئيسية . ويوجد على أقطاب التوحيد هذه رحدة من ملفات السلك الغليظ توصل على التوالى مع المنتج ، كما هو مبين بشكل ٧ - ٣٦ . والغرض من استعمال أقطاب التوحيد هو منع حدوث الشرار على الموحد .

يوجد في انعادة عدد من أقطاب التوحيد مساو لعدد الاقطاب الرئيسية ، ولو أنه من الممكن استعمال نصف هذا العدد بدون الاسامة الى جودة التشغيل . وعلى الرغم من أن أقطاب التوحيد المتتالية تختلف في قطبيتها ،



بالضبط مثل الاقطاب الرئيسية ، فان لها قطبية محددة بالنسبة للاقطاب الرئيسية ، فتتوقف انقطبية فى أقطاب التوحيد على القطبية فى الاقطاب الرئيسية ، وعلى اتجاه دوران المحرك .

### القاعدة فى قطبية أقطاب التوحيد

تكون قطبية أى قطب توحيد فى محرك مشابهة للقطب الرئيسى الذى وراءه . وهذا يعنى أننا اذا نظرنا الى محرك يدور فى اتجاه عقربى الساعة ، من ناحية الموحد ، فان قطب التوحيد تكون له نفس القطبية فى القطب الذى يسبقه فى عكس اتجاه الدوران . تبين الاشكال من ٧ - ٢٧ الى ٧ - ٣٩ محركات ذات قطبين وأربعة أقطاب تحتوى على أقطاب توحيد ، وموصلة للحصول على دوران فى اتجاه وفى عكس اتجاه عقربى الساعة .

شكل ٧ - ٤٠ يبين رسما تخطيطيا لمحرك مركب به أقطاب توحيد . وشكل ٧ - ٤١ يبين محركا ذا قطبين رئيسيين وقطبى توحيد ، موصول للحصول على دوران فى عكس اتجاه عقربى الساعة . وفيما يلى طريقة توصيل هذا المحرك :

صل ملفات التوازي مع بعضها على التوالى بحيث تنتج القطبية الصحيحة فى كل منها . وأخرج طرفا السلك من المحرك . تعرف على قطبية أحد الاقطاب . قم بنفس العملية مع ملفات التوالى ، وأخرج سلكين من المحرك . صل أقطاب التوحيد على التوالى بحيث تنتج فى الاقطاب المتتالية منها قطبية مختلفة ، ثم صلها كلها على التوالى مع المنتج ، وأخرج طرفا من أحد أقطاب التوحيد وطرفا من المنتج ، فتكون ستة أطراف قد أخرجت بذلك من المحرك ، اثنان لملفات التوازي ، واثنان لملفات التوالى ، واثنان لاقطاب التوحيد مع المنتج ، ( يوصل أحد طرفى ملفات التوازي فى بعض الاحيان ، مع أحد طرفى ملفات التوالى بداخل المحرك ، ويخرج منهما طرف واحد ، فيكون مجموع الاطراف الخارجة من المحرك كلها خمسة ) . صل الاطراف الستة بالطريقة المبينة فى شكل ٧ - ٤١ ، بحيث ينتج محرك مركب .

ولما كان توصيل المحرك قد روعى فيه أن ينتج دورانا فى عكس اتجاه عقربى الساعة ، فان قطب التوحيد يجب أن يكون له قطبية مماثلة للقطب الرئيسى الذى وراءه ، وعلى ذلك يجب التأكد ، عند اختبار أقطاب التوحيد ، من أن قطبيتها لا تختلف من قطب الى الذى يليه فقط ، وانما تكون صحيحة أيضا بالنسبة الى الاقطاب الرئيسية ، وهذا هو السبب فى وجوب معرفة قطبية أحد الاقطاب الرئيسية .

إذا حدث أن دار المحرك فى اتجاه عقربى الساعة ، فسوف يكون من الضرورى عكس اتجاه الدوران ، ويمكن انوصول الى ذلك بعكس توصيل السلكين س ، ص المبينين فى شكل ٧ - ٤٢ ، فتظل جميع الاقطاب كما هى .

### عكس اتجاه الدوران فى محركات التيار المستمر

يمكن عكس اتجاه الدوران فى محرك التيار المستمر بعكس اتجاه مرور التيار فى المنتج أو فى ملفات الأقطاب . ومن المعتاد عكس اتجاه مرور التيار فى المنتج فى حالة محرك التوالى . شكل ٧ - ٤٣ يبين هذه الطريقة ، وكل ما نحتاج اليه فى هذه الحالة هو تبديل الطرفين على حاملى الفرش . وشكل ٧ - ٤٤ يبين طريقة عكس اتجاه دوران محرك توالى بعكس اتجاه مرور التيار فى ملفات الأقطاب ، وفى هذه الحالة يبدل توصيل طرفى ملفات المجال .

يكون تغيير اتجاه الدوران فى محرك التوازي بنفس الطريقة التى اتبعت مع محرك التوالى . يبين شكل ٧ - ٤٥ محرك تواز ذا قطبين ، وقد عكس اتجاه الدوران فيه بتبديل توصيل طرفى المنتج . ولعكس اتجاه الدوران فى محرك تواز به أقطاب توحيد ، لابد من عكس اتجاه مرور التيار فى المنتج وأقطاب التوحيد معا كوحدة . وشكل ٧ - ٤٦ يبين هذه الطريقة . وإذا عكسنا طرفى المنتج بدون أقطاب التوحيد ، فسوف ينتج عن ذلك أن تصبح قطبيتها غير صحيحة ، مما يؤدى الى ازدياد سخونة المحرك أثناء دورانه ، وحدوث شرار عند الفرش .

### عكس اتجاه دوران محرك مركب ذى قطبين وقطبى توحيد

يبين شكل ٧ - ٤٧ محركا مركبا ذا قطبين وقطبى توحيد ، بستة أطراف خارجة منه . ويوصل قطبا التوحيد على التوالى مع المنتج ، فيخرج قطبى التوحيد . ( توصل أقطاب التوحيد فى بعض الاحيان معا على التوالى منهما الطرفان ١/١ ، ٢/٢ كوحدة . وفى هذا الرسم ترى المنتج موصلا بين قطبى التوحيد . ( توصل أقطاب التوحيد فى بعض الاحيان معا على التوالى ثم توصل مع المنتج ) . ولعكس اتجاه دوران هذا المحرك ، لابد من عكس توصيل دائرة المنتج وأقطاب التوحيد معا كوحدة . لذلك يجب عكس توصيل السلكين ١ ، ٢ ، كما هو مبين بشكل ٧ - ٤٨ .

### عكس اتجاه دوران محرك مركب ذى أربعة أقطاب ، وأقطاب توحيد

يكون عكس اتجاه الدوران فى محرك يحتوى على أقطاب توحيد ، ذى أربعة أقطاب بنفس الطريقة التى اتبعت مع المحرك ذى القطبين . شكل

٧ - ٤٩ يبين محركا ذا أربعة أقطاب ثم عكس اتجاه الدوران فيه بتبديل توصيل الطرفين ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ .

**تحذير :** اذا عكس توصيل الاطراف عند حامل الفرش ، فسوف ينتج شرار عند الفرش ، وسوف تزداد سخونة المنتج . وسوف لا يشتغل المحرك على الوجه المضبوط في هذه الظروف . في كل المحركات التي تحتوى على أقطاب توحيد يجب عكس توصيل دائرة المنتج ( المنتج وأقطاب التوحيد معا كوحدة ) للدوران في الاتجاه العكسى .

### تحديد الحمل وإصلاحه

#### الاختبار

يجب اختبار محرك التيار المستمر الجديد قبل وضعه في مكان استعماله . ويمكن اجراء نفس الاختبارات ، حين يراد معرفة ما ستكون عليه حالة المحرك عند تشغيله ، أو عند الكشف الاخير ، على محرك تم اصلاحه .

- ١ - أجر الاختبار للكشف عن اتصالات الارضية في ملفات المجال ، أو في المنتج ، أو في حوامل الفرش .
- ٢ - ابحث عن فتحات في دائرة ملفات المجال ، أو في دائرة المنتج .
- ٣ - أجر الاختبار لمعرفة الاطراف الستة في محرك مركب .
- ٤ - أجر الاختبار للكشف عن نوع التوصيل ، متشابه أو متباين .
- ٥ - اختبر صحة القطبية في أقطاب التوحيد .
- ٦ - اختبر صحة وضع حوامل الفرش .

١ - اختبار التماس الارضى . قبل اجراء اختبار الكشف عن التماس الارضى على المحرك ، يجب حل كل التوصيلات الداخلية فيه ، وينطبق هذا على وجه الخصوص على حالة المحرك الذى يختبر في مكان تشغيله . وتستخدم الطريقة الآتية في اختبار المحرك المركب ، ولكن يمكن اختبار أى محرك تيار مستمر آخر بنفس الطريقة : استعمل دائرة الاختبار بالمصباح الكشف وضع أحد طرفي الدائرة على اطار المحرك . المس جميع أطراف المحرك على التتابع بالطرف الآخر لدائرة الاختبار ، كما يظهر في شكل ٧ - ٥٠ . يجب ألا يضىء مصباح الاختبار ، فإذا أضاء دل ذلك على وجود تماس ارضى ، حدد ما اذا كان التماس في دائرة ملفات المجال ( ملفات التوازي أو التوالي ) أو في دائرة المنتج .

إذا كان التماس الأرضي موجودا في ملفات التوالي ، أو في أقطاب التوحيد ، أو في ملفات التوازي ، فسوف يكون من الضروري رفع ملفات المجالات المختلفة من الاطار وإعادة عزلها بالشريط . يبين شكل ٧ - ٥١ المواضيع التي يزداد احتمال حدوث التماسات الأرضية عندها . وقد يحترق ملف المجال التماس مع الأرض وتتمزق عدة أسلاك فيه ، مما يستلزم إعادة لفه . وظهور التماس الأرضي في دائرة ملفات المجال لا يعنى أن جميع الملفات متماسة أرضيا ، وإنما يكون العيب عادة في واحد منها فقط ، ولتحديد الملف المعيب يجب قطع التوصيل بين الملفات ، واختبار كل قطب على حدة ، كما يظهر في شكل ٧ - ٥٢ .

تنص بعض التنظيمات القانونية على توصيل الاطار بالأرض ، عن طريق ماسورة مياه متصلة بالأرض ، وذلك في حالة المحركات التي لا تنقل من مكانها بتاتا . وهذا تأمين ضد ما يحتمل حدوثه في حالة التماس الأرضي ، إذ لو لم يكن الاطار متصلا بالأرض ، فقد يصاب العامل بصدمة كهربية عنيفة عند لمسه . وعندما يكون الاطار موصلا إلى الأرض ، يحترق المصهر إذا حدث تماس أرضي ، معطيا الإشارة بأن هناك أمرا على غير ما يرام بالمحرك .

٢ - الاختبار للكشف عن الفتحاحات . تجرى اختبارات مختلفة للمحركات المختلفة :

( أ ) دوائر الفتح في محرك التوالي : يخرج من محرك التوالي الصغير سلكان فقط للتوصيل على الخط ، ويكون توصيل ملفات المجال بملفات المنتج داخليا . إذا وصل السلكان إلى طرفي دائرة الاختبار ، كما يظهر في شكل ٧ - ٥٣ ، يجب أن يضيء المصباح بما يعنى أن الدائرة مغلقة . فإذا لم يضيء المصباح ، فقد يكون سبب العيب :

- ١ - الفرش غير متلامسة مع الموحد .
- ٢ - سلك مقطوع في ملفات المجال .
- ٣ - قطع في التوصيل بين ملفات المجال .
- ٤ - سلك مقطوع أو محلول في حامل الفرشة .

ويمكن إجراء نفس الاختبار مع محركات التوالي الكبيرة التي تكون فيها أطراف ملفات المجال والمنتج كلها خارجة .

( ب ) دوائر الفتح في محرك التوازي : توجد دوائرتان في محرك التوازي ، أحدهما خلال ملفات المجال ، والثانية تشتمل على ملفات المنتج . في المحركات الصغيرة تعمل التوصيلات داخليا ، ولا يخرج من المحرك سوى سلكين .

ولذلك يجب حل مثل هذا المحرك ، عند اختباره ، للوصول الى أطراف ملفات المجال وملفات المنتج .

إذا أمكن الوصول الى أطراف الاسلاك ، كما يظهر فى شكل ٧ - ٥٤ ، اختبر كل دائرة على حدة . يجب أن يضىء المصباح بشدة عند اختبار دائرة المنتج ، فى حين يكون الضوء خافتا عند اختبار دائرة المجال . ويستخدم هذا الاختبار أيضا للتفريق بين طرفى دائرة المنتج وطرفى دائرة المجال ، إذا كان هناك لبس بين الاطراف الاربعة . إذا ظهر فتح فى دائرة المنتج ، فقد يكون العيب فى الفرش ، أو فى توصيلاتها ، أو فى ملفات المنتج . وإذا ظهر أن الفتح فى دائرة المجال ، فقد يكون العيب اما فى أحد ملفات المجال واما فى التوصيل بينها .

**(ج) دوائر الفتح فى المحرك المركب :** عند اختبار المحرك المركب ، يفرق بين ثلاث دوائر فيه : واحدة تمر بملفات التوازي ، والثانية بملفات التوالى ، وتشتمل الثالثة على ملفات المنتج . يبين شكل ٧ - ٥٥ ستة أطراف خارجة من محرك مركب ، اثنان من ملفات التوازي ، واثنان من ملفات التوالى ، واثنان من المنتج . وعند اختبار طرفى المنتج بدائرة المصباح الكشف ، يجب أن يضىء المصباح ، بما يعنى وجود دائرة كاملة . تتبع نفس الطريقة مع دائرتى ملفات التوازي وملفات التوالى ، وبذلك يكون لدينا ثلاث دوائر كاملة . وإذا ظهر أن الفتح فى دائرة المنتج ، فقد يكون العيب فى الفرش أو توصيلاتها ، أو فى أقطاب التوحيد . وإذا كان العيب فى ملفات التوالى أو ملفات التوازي ، اختبر ملف كل قطب على حدة لتحديد مكان الفتح ، كما يظهر فى شكل ٧ - ٥٥ .

تستخدم الطريقة الآتية لتحديد ملف قطب مفتوح فى محرك ذى أربعة أقطاب ، كما هو موضح بشكل ٧ - ٥٦ ، ويمكن استخدام هذه الطريقة لمحرك بأى عدد من الاقطاب . أزل المادة العازلة التى على التوصيلات بين ملفات الاقطاب ، وصل أحد طرفى دائرة الاختبار بأحد طرفى المجال . حرك طرف الاختبار الآخر من وصلة الى أخرى حتى يضىء المصباح ، وفى شكل ٧ - ٥٦ مثلا حرك طرف الاختبار من ١ الى ٢ ، الى ٣ ، وهكذا ، الى أن يضىء المصباح ، أو تحدث شرارة ، فإذا أضاء المصباح أو حدثت شرارة على طرف الاختبار عند النقطة ٢ يكون الملف ١ مفتوحا ، وإذا أضاء المصباح عند النقطة ٣ يكون العيب بملف ٢ ، وهكذا .

٣ - الاختبار لمعرفة الاطراف الستة في المحرك المركب . توضح علامات دائما على أطراف المحرك المركب قبل شحنه من المصنع ، والعلامات التقليدية مبينة بشكل ٧ - ٥٧ ، فيوضع على طرفي المنتج العلامتان ١ ، ٢ ، وعلى طرفي ملفات انتسوازي ٣ ، ٤ ، وعلى طرفي ملفات التوالى ٥ ، ٦ . واذا كانت العلامات التى على الاطراف قد اختلفت ، يصبح من انضرورى اختبار الاطراف لاعادة وضع العلامات عليها ، وذلك قبل توصيل المحرك توصيلا صحيحا . ويمكن معرفة العلامات بالطريقة الآتية :

استعمل دائرة مصباح الاكتشاف ، كما هو مبين بشكل ٧-٥٨ للتفريق بين الدوائر الثلاث ، للمنتج ، وملفات التوالى ، وملفات التوازي . وسوف تكون النتيجة الحصول على ثلاثة أزواج من الأطراف . أحد هذه الأزواج سوف يتسبب فى اضاءة المصباح اضاءة خافتة ، وهذان هما طرفا ملفات التوازي ، أما كل من الزوجين الباقيين فسوف يتسببان فى اضاءة المصباح بشدة . ارفع فرش انكربون ، وحينئذ فسوف لا يضىء المصباح مع أحد زوجي الأطراف ، وهذان هما طرفا المنتج ، ويكون الطرفان الباقيان هما طرفي ملفات التوازي . هذه الطريقة مصورة بشكل ٧ - ٥٨ .

هذه هى احدى الطرق لمعرفة الأطراف ، وهناك طرق أخرى عديدة : فيمكن ، مثلا حل المحرك وتتبع الأطراف ، وهذا هو ما يجب عمله فى حالة المحرك المركب ذى الأطراف الخمسة . ويمكن فى بعض الأحيان معرفة طرفي ملفات التوازي على الفور ، حيث يكون السلك فيهما أرفع من الآخرين . وفى بعض الأحيان يمكن تتبع أسلاك المنتج الى حامل الفرشة مباشرة ، وبذلك تتحدد هذه الدائرة . ويحتاج هذا النوع من الاختبار أساسا الى ذكاء ومعرفة بالدوائر .

٤ - الاختبار للكشف عن نوع التوصيل ، أهو متشابه أم متباين . توصيل المحركات المركبة فى معظم الأحيان توصيلا متشابها . ويكون من المستحيل أحيانا معرفة هذه التوصيلة بدون اختبار المحرك ، بعد فصله عن الحمل . أجر الاختبار على الوجه الآتى :

صل الاطراف لتحصل على محرك مركب ، كما هو مبين بشكل ٧ - ٥٩ ، وشغله من منبع تيار مستمر . لاحظ اتجاه الدوران . أوقف المحرك وافصل أحد طرفي ملفات التوازي ، فيتحول بذلك الى محرك توال . أدد المحرك لوهلة قصيرة ، ولاحظ اتجاه الدوران ، فاذا كان اتجاه الدوران

واحدا في انحالتين يكون توصيل المحرك متشابهها . واذا دار في الاتجاه العكسي بعد فصل ملفات التوازي ، يكون توصيله متباينا . واذا أردت توصيله متشابهها ، بعد أن يشبث الاختبار أنه موصل متباين ، اعكس طرفي ملفات التوازي أو ملفات التوالي . يجرى هذا الاختبار في أغلب الاحيان بتوصيل الاطراف للحصول على محرك مركب ، كما سبق شرحه ، ثم عمل قصر على ملفات التوالي قبل ادارة المحرك لمعرفة اتجاه الدوران ، وذلك لتجنب حدوث خطأ في حانة اندفاع تيار كبير في الدائرة . ويجرى باقى الاختبار بالطريقة السابقة شرحها ، فيما عدا ضرورة ازالة القصر عن ملفات التوالي .

٥ - اختبار صحة القطبية في أقطاب التوحيد . لا يمكن استعمال البوصلة غالبا لمراجعة أقطاب التوحيد ، وخصوصا اذا تعذر رفع المنتج من المحرك . تستخدم الطريقة الآتية مع المحركات التي يمكن فيها نقل حامل الفرشة من وضع الى وضع آخر ، ولانحتاج في هذه الحالة الى بوصلة ، كما أنه نيس من الضروري رفع المنتج من المحرك .

صل طرفي الخط الى دائرة المنتج وأقطاب التوحيد . افصل جميع الاسلاك الاخرى . علم أماكن الفرش . ثم حرك حوامل الفرش بحيث تصبح الفرش في منتصف المسافة بين العلامات ، وهذا مبين بشكلي ٧ - ٦٠ و ٧ - ٦١ ، مزر التيار لوهلة قصيرة ، ولاحظ اتجاه دوران المنتج . فاذا دار المنتج في نفس الاتجاه الذي تحركت فيه الفرش ، تكون القطبية في أقطاب التوحيد صحيحة . واذا دار في الاتجاه العكسي تكون القطبية خاطئة ويجب عكس التوصيل الى أقطاب التوحيد . عند عمل هذا الاختبار يمكن تحريك الفرش في اتجاه عقربى الساعة ، أو في عكس اتجاه عقربى الساعة . بعد الانتهاء من عمل الاختبار ، أعد الفرش ثانية الى وضعها الاصلى .

٦ - اختبار صحة وضع حامل الفرشة . يتوقف عدد فرش الكربون الراكبة على الموحد على عدد الأقطاب في المحرك ، فتوجد فرشتان في محرك ذى قطبين ، وأربع فرش في محرك ذى أربعة أقطاب ، الخ . ويجب أن تكون هذه الفرش على أبعاد متساوية حول الموحد ، كما أنها يجب أن تكون في الوضع الصحيح . يجب أن تتلامس كل فرشة مع قضيبين على الأقل في نفس الوقت ، وبهذا تقصر الفرشة الملف الموصل بين هذين القضيبين .

إذا قطع ملف على المنتج خطوط قوى مغناطيسية ، فسوف يتولد فى هذا الملف تيار تأثيرى . فإذا كان الملف مقصورا بوساطة الفرش ، فسوف يحترق بفعل التيار التأثيرى ، أو ينتج شررا هائلا . يوجد مكان واحد على المحرك ، حيث يمكن للملف أن يقطع أقل عدد ممكن من خطوط القوى المغناطيسية ، وهذا المكان يقع بين الاقطاب الرئيسية . ولذلك يجب وضع الفرش فى المكان الذى يجعلها تقصر ملف المنتج أثناء وجوده فى منتصف المسافة بين الاقطاب ، أو عند نقطة التعادل هذه .

لوضع الفرش فى المكان الصحيح ، اتبع ما يأتى .

افرض أن لديك محركا ذا قطبين وقطبى توحيد ، ونؤانه يمكن استخدام الطريقة للمحركات التى تحتوى على أى عدد من الاقطاب . وتجرى العملية بأكملها أثناء تجميع المحرك . علم مجرى أحد ملفات المنتج بالطباشير ، وتتبّع طرفيه إلى الموحد . أدر المنتج بداخل المحرك حتى يصبح المجرى المعلم تحت قطب توحيد . وبينما تمسك بالمنتج فى هذا الوضع ، حرك حامل الفرشة بحيث تصبح إحدى الفرش على قضيبى الموحد الموصولين إلى الملف . ثبت حامل الفرشة فى هذا الوضع .

أدر المحرك وقتنا سيرا بالفرش فى هذا الوضع . ثم حرك الفرش إلى الامام وإلى الخلف ببطء شديد ، ولاحظ ما إذا كان المحرك يدور بصوت أكثر خفوتا ، أو بدون أى شرار صادر من الفرش ، فإن كان وضع الفرش أبعد من الموضع المحدد بقضيب واحد ينتج عنه تحسن فى التشغيل . إذا كان الأمر كذلك ، دح الفرش فى وضعها الجديد . وسوف يصبح العامل ، بعد أن يكتسب الخبرة والمرانة ، قادرا على تحديد الوضع المضبوط .

فى طريقة شائعة لتحديد موضع الفرش الصحيح ، يحرك طرفا فولتметр ذى قراءة منخفضة لكى يتلامس مع قضبان الموحد المتجاورة . ثم يدار المحرك ويحرك طرفا الفولتметр إلى الامام والخلف ، حتى تختفى القراءة على الفولتметр . وهذا الوضع هو نقطة التعادل الصحيحة . يحرك حامل الفرشة بعد ذلك حتى تصبح إحدى الفرش فى هذا الوضع .

وهذه بعض الطرق الأخرى لوضع الفرش عند التعادل :

- ١ - يمرر التيار العادى فى دائرة المنتج وأقطاب التوحيد ، بدون مرور أى تيار فى ملفات المجال . إذ كانت الفرش عند التعادل ، فلن يدور المنتج .
- ٢ - باستخدام شوطة المجال ومعنى ذلك : ضع فولتمترا عبر أنفرش ، ثم مرر التيار فى ملفات المجال فقط ، ولاحظ شوطة المؤشر على الفولتметр .



عندما تكون الفرش في وضع التعادل ، سوف تكون الشوطة أقل ما يمكن  
أو صفراً .

٣ - تشغيل المحرك ( وهو محمل ) في الاتجاهين ، وسوف تكون  
السرعة واحدة عند وضع التعادل .

### التصليحات

فيما يلي علامات الخلل التي تظهر على محركات التيار المستمر المعيبة ،  
وتحت كل مظهر قائمة بالعيوب المحتملة . وتشير الاعداد التي بين قوسين  
بعد كل عيب الى رقم العلاج الذي يقابله بين طرق العلاج الموجودة على  
الصفحات التالية .

١ - اذا عجز المحرك عن الدوران عند إقفال المفتاح ، فقد يكون العيب :

- (أ) احتراق المصهر (١)
- (ب) اتساخ الفرش أو تحشرها (٢)
- (ج) فتح المنتج (٣)
- (د) فتح دائرة ملفات المجال (٤)
- (هـ) ملفات مقصورة أو متماسة مع الأرض (٥)
- (و) قصور المنتج أو الموحد (٦)
- (ز) تآكل إلكتراسى (٧)
- (ح) تماس حامل الفرشة مع الأرض (٨)
- (ط) تعدى الحمل (٩)
- (ى) تلف المنظم (١٠)

٢ - اذا دار المحرك ببطء ، فقد يكون العيب :

- (أ) قصر المنتج أو الموحد (٦)
- (ب) تآكل إلكتراسى (٧)
- (ج) فتح فى ملفات المنتج (١١)
- (د) الفرش ليست في وضع التعادل (١٢)
- (هـ) تعدى الحمل (٩)
- (و) خطأ فى قيمة الجهد المستعمل (١٣)

٣ - اذا دار المحرك بسرعة أكبر من تلك التي على لوحة التسمية ، فقد  
يكون العيب :

- (أ) فتح فى دائرة ملفات التوازي (١٤)
- (ب) محرك توال يدور بدون حمل (١٥)

(ج) قصر فى ملفات المجال أو تماس أرضى (٥)

(د) توصيل متباين فى محرك مركب (١٦)

٤ - إذا حدثت شرارة فى المحرك ، فقد يكون العيب :

(أ) عدم حدوث تلامس مضبوط بين الموحد والفرش (١٧)

(ب) اتساخ الموحد (١٧)

(ج) فتح فى دائرة المنتج (٣) ، (١١)

(د) خطأ فى قطبية أقطاب التوحيد (١٩)

(هـ) قصر فى ملفات المجال أو تماس أرضى (٥)

(و) عكس توصيل طرفى المنتج (٢٢)

(ز) خطأ فى ترحيل الاطراف (١٨)

(ح) عدم وجود الفرش فى وضع التعادل (١٢) ، (١٨)

(ط) فتح فى دائرة ملفات المجال (٤)

(ى) وجود قضبان عالية أو منخفضة (٢٠)

(ك) وجود ميككا عالية (٢١)

٥ - إذا صدر ضجيج عن المحرك أثناء تشغيله ، فقد يكون العيب :

(أ) تآكل الكراسى (٧)

(ب) وجود قضبان عالية أو منخفضة (٢٠)

(ج) خشونة سطح الموحد (١٧)

٦ - إذا زادت سخونة المحرك أثناء دورانه ، فقد يكون العيب :

(أ) تعدى الحمل (٩)

(ب) حدوث شرارة (١٧) ، (١١) والنقسم ٤ فيما سبق

(ج) الكراسى محكمة (٢٣)

(د) ملفات مقصورة (٥) ، (٦)

(هـ) زيادة ضغط الفرش أكثر بكثير من اللازم

١ - احتراق المصهر • شرحنا فى الأبواب السابقة طرق الاختبار للكشف عن المصهر المحترق ، كما أن للملاحظات الآتية أهميتها فى هذه المسألة •

يمكن حل أنواع مصهرات كارتريدج ، ووضع سلك مصهر جديد يتم تكوين المصهرات ذوات الأصابع ، بحيث يمكن عند النظر خلال نافذة الميككا ، معرفة ما إذا كان المصهر فى حالة جيدة أم لا بسهولة • يمكن اختبار المصهرات بدون رفعها من مكانها ، وذلك بتوصيل مصباح على التوازي مع

الخط ، قبل مرور التيار فى المصهرات . فاذا لم يضىء ، كان هذا دليلا على أن أحد المصهرين أو كليهما محترق . عندما يكون جهد الدائرة ٢٢٠ فولتا ، تستعمل مجموعة اختبار مكونة من مصباحين موصلين على التوالي . يستعمل جهاز اختبار المصهر التقليدي فى حالة الجهود التى تصل قيمتها الى ٥٥٠ فولتا .

٢ - اتساح الفرش أو تحشرها . يجب أن تضغط الفرش على الموحد بضغط تبلغ قيمته فى العادة ما بين ١ ، ٢ رطل على البوصة المربعة من السطح . ويتوافر هذا الضغط بفعل نولب ، يكون عادة موضوعا خلف الفرشة . ولكى يكون فعل اللولب منتجا ، يجب أن تكون الفرشة حرة الحركة فى حامل الفرشة . اذا كان الفراغ الموجود فيه الفرشة بداخل الحامل أكبر من اللازم ، فإن الفرشة سوف تهتز أثناء دوران المنتج . واذا كانت الفرشة محشورة بداخل مكانها فى الحامل ، بحيث يصبح اللولب لا يؤثر عليها ، فإنها سوف لا تضغط على الموحد . وبذلك سوف يمتنع مرور التيار الى الموحد والملفات ، مما يؤدي الى حدوث فتح فى دائرة المنتج .

يجب ألا يزيد بعد حامل الفرشة عن الموحد ١/٣ من البوصة ، والا فإن الفرش سوف تهتز أثناء دوران الموحد . يبين شكل ٧ - ٦٢ أوضاعا مختلفة للفرشة . ويمكن ، فى العادة ، تنظيم المسافة المطلوبة بواسطة مسمار ضابط . من المهم أيضا أن تتلاءم الفرش مع انحناء سطح الموحد ، ويمكن تنفيذ ذلك بوضع شريط من ورق الصنفرة على الموحد ، بحيث يكون سطحه الخشن الى ناحية الفرشة ، وتحريكه الى الامام والى الخلف ، وذلك أثناء الضغط على الفرشة .

٣ - فتح دائرة المنتج . ينتج الفتح فى دائرة المنتج من عدة أسباب ، مثل : ( أ ) ضعف تلامس الفرش مع الموحد . ( ب ) قطع أحد أسلاك الموصلة الى حامل الفرشة . ( ج ) وجود وصلة تانقة بين قطب توحيد والمنتج . ( د ) قطع السلك فى أحد أقطاب التوحيد . ( هـ ) وجود ملف أو ملفين مفتوحين على المنتج . ( و ) اتساح الموحد . ويمكن الكشف عن هذه العيوب ، اما بمجرد الفحص بالنظر ، أو باستعمال مصابيح اختبار . شكل ٧ - ٦٣ يوضح بعض هذه العيوب . اذا ظهر وجود ملفات مفتوحة على المنتج ، يكون التصليح بإعادة اللف ، أو بعمل قنطرة على قضبان الموحد .

اذا كان الموحد متسخا وجب تنظيفه بقطعة من القماش النظيف ، ثم حكة بورق الصنفرة . واذا كانت قطاعات الميكات تحت مستوى سطح الموحد ،

فيجب ، كحت ، الوساخة التي بين القضبان بوساطة سلاح منشار يدوي وذلك بعد برده حتى يمكن انزاله في المجرى بين القضيبين .

٤ - فتح في دائرة المجال ، اذا حدث فتح في دائرة ملفات التوالي ، أو في دائرة ملفات التوازي ، فسوف يمنع المحرك من الدوران . ولكن اذا حدث فتح في ملفات التوازي أثناء دوران المحرك ، فقد يتسبب هذا في دوران المحرك بسرعة عالية جدا ، وذلك اذا لم يكن المحرك محملا . غالبا ما يحدث في المحركات المركبة قصر بين ملفات التوازي وملفات التوالي ، مما يتسبب في حرق الاسلاك ، وعمل فتح في الدائرة . يبين شكل ٧ - ٦٤ مواضع عدة ، يحتمل حدوث الفتح عندها . ويحدث الفتح في بعض الاحيان في مكان التوصيل بين طرفي ملفات المجانين ، اذ من السهل أن تنقطع هذه الاطراف ، ان لم تكن مربوطة جيدا مع الملف . ويحتمل حدوث الفتح أيضا في الطرف الخارج من المحرك ، أو نتيجة لضعف التوصيل بين ملفات الاقطاب . ويكون الكشف عن الفتح ، اما بالفحص واما بالاختبار .

لاصلاح ملف مجال مفتوح ، ارفعه من فوق القطب ، وازل الشريط الذي يغطيه ، بأن تحله أو تقطعه . اذا كان القطع في الطبقة العلوية من الملف ، ازل الملفات القليلة التي قبله ، ثم اجعل الطرف عند هذه النقطة ، ولن يضار تشغيل المحرك بسبب نقص بعض لفات من الملف . واذا كان من اللازم ازالة عدد كبير من الملفات ، اصنع وصلة مفتولة بسلك جديد عند مكان القطع ، وأضف الى الملف عددا من الملفات يساوي العدد الذي ازلته . وأحيانا يمكن عمل وصلة مفتولة من طرفي السلك عند مكان القطع ، وذلك بدون ازالة أي لفة . اذا لم يتيسر الكشف عن مكان القطع ، أعد لف الملف بأكمله .

٥ - قصر ملفات المجال أو تماسها مع الارض . يتسبب ملف المجال المنصور ، اما في حرق المصهر ، واما في انتاج مجال مغناطيسي ضعيف لا يمكن أن يدور به المنتج . ويمكن بمجرد الفحص بالنظر ادراك أن ملفات المجال محترقة احتراقا تاما ، أما اذا وجد قصر بالملفات فقط ، فلا يمكن معرفته الا بالاختبار . ويتسبب وجود قصر بملفات المجال غالبا في دوران المحرك بسرعة أعلى من سرعته العادية ، وحدث شرر كثير ، عند عدم وجود حمل .

توجد ثلاث طرق للكشف عن القصر في ملفات المجال ، وهي : (أ) قياس قيمة المقاومة بواسطة جهاز قياس المقاومة ( أومميتر ) ، (ب) تجربة سقوط الجهد ، (ج) تجربة المحول .

**قياس قيمة المقاومة بجهاز قياس المقاومات (أوم ميتر) :** لما كانت ملفات الاقطاب فى المحرك كلها متشابهة ، فمن اللازم أن تكون مقاوماتها متساوية . يبين شكل ٧ - ٦٥ دائرة الاختبار . تراجع قيمة المقاومة لكل ملف بواسطة الأوم ميتر ، وإذا كانت القراءة أقل فى أحد الاقطاب منها فى الاقطاب الأخرى ، دل ذلك على وجود قصر فى ملف هذا القطب . ويجب عندئذ إعادة لف الملف المقصور .

**تجربة سقوط الجهد :** إذا وصلت ملفات المجال فى محرك ذى أربعة أقطاب على التوالى مع خط جهد ١٢٠ فولت ، فسوف يكون نصيب كل ملف الربع من ١٢٠ فولت ، أى ٣٠ فولت . وعلى ذلك إذا قسنا الجهد الموجود على كل ملف بفولتметр ، كما هو مبين بشكل ٧ - ٦٦ ، فيجب أن تكون القراءة ٣٠ فولت . والطريقة المتبعة للتعبير عن ذلك ، هى أنه يوجد سقوط فى الجهد على كل ملف مقداره ٣٠ فولت . وإذا كان سقوط الجهد على أحد الملفات أقل من الآخرين ، كان هذا دليلا على وجود قصر به .

**تجربة المحول :** تختبر ملفات المجال فى المحركات الصغيرة بالطريقة المبينة بشكل ٧ - ٦٧ . يتكون المحول من قلب حديدى مصنوع من رقائق الحديد ، وملف ملفوف على أحد جوانبه . يوضع ملف المجال فوق القلب الحديدى بحيث يستقر على ملف المحول ، ثم يوصل المحول على ينبوع تيار متغير جهده ١١٠ فولت ، وإذا حدث قصر فى ملف المجال ، فسوف يتولد فيه تيار بالتأثير ، مما يتسبب فى جعله يتنافر مع ملف المحول ، وسوف يقفز ملف المجال الى أعلى ، إذا كان عدد كبير من الملفات مقصورا .

توجد طريقة أخرى لمعرفة الملف المقصور ، وذلك بتوصيل دائرة ملفات المجال الى الخط لمدة بضع دقائق . وفى العادة يجب أن تصبح الملفات دافئة بعد ذلك ، فإذا أحسست أن أحدها لم يدفأ ، يكون هو الملف المقصور .

ليس لملف المجال التماس مع الأرض أى تأثير فى تشغيل المحرك ، إلا أن يسبب صدمة عند لمسه . ويعتبر حدوث تماس أرضى عند نقطتين مكافئا لقصر ، وقد يتسبب عنه احتراق المصهر . وتشتمل عملية اصلاح ملف التماس مع الأرض على إعادة العزل ، وإعادة اللف بالشريط . ويجب اعطاء هذه المسألة العناية اللازمة ، حيث تكون بعض الملفات قد أصبحت مفتوحة ، أو محترقة بصورة سيئة . تأكد من أن المنطقة التى حدث فيها التماس قد فحصت فحصا كاملا .

٦ - قصر فى المنتج أو الموحد . اذا وجدت عدة ملفات مقصورة على المنتج ، أو كان أكثر من ملف واحد متماسا مع الارض ، فقد لا يدور المنتج . وقد يدور المنتج فى بعض المحركات نصف دورة ، أو يستمر دائريا ببطء شديد . وللكشف عن وجود ملفات مقصورة ، ضغ المنتج على الزوام ، واختبره بوساطة سلاح منشار يدوى . وقبل القيام بهذه العملية ، يجب على كل حال تنظيف الميكا التى بين قضبان الموحد ، للقضاء على احتمال وجود القصر فيها .

يفصح ملف المنتج المقصور عن نفسه بالسخونة وتصاعد الدخان . ويعتبر تصاعد الدخان من محرك ، غالبا ، علامة على وجود ملفات مقصورة أو محترقة فيه . ويكون الدخان فى بعض الاحيان ظاهرا ، كما أنه يكون فى أحيان أخرى غير ظاهر . ولكن رائحة الملفات المحترقة تكون ، على أى حال ، واضحة جدا . واذا سمحنا لهذه الحالة أن تستمر وقتا قصيرا ، فسوف يلحق الضرر بالملفات المجاورة . ومن ناحية أخرى ، اذا أمكن التنبيه اليها فى الوقت المناسب ، فقد يمكن انقاذ الملفات من العطب . فعندما ترى الدخان يتصاعد من المحرك ، اقطع عنه التيار ، ثم اكشف عن الملف المريب ، بأن تتحنس المنتج ، وتعثروا على أسخن ملف . افصله من الدائرة بالطريقة التى شرحناها فى الباب السادس .

اذا كان القصر فى دائرة الملف نتيجة لقصر فى القضيبين الموصلين اليه ، ارفع طرفى التوصيل من أحد هذين القضيبين ، والحم الطرفين معا وغطهما بالشريط . الحم القضيبين المقصورين معا بالقصدير بعد ذلك عند سطحهما العلوى . فاذا دار المحرك دون أن يتصاعد منه الدخان ، فليس من الضروري حينئذ قطع الملف . أما اذا صدر دخان من الملف ، فسوف يصبح قطعه أمرا ضروريا . يمكن معرفة القضبان المقصورة فى كل الحالات تقريبا بلونها المتغير نتيجة للحرارة .

٧ - تأكل الكراسى . اذا كانت الكراسى متآكلة بدرجة تجعل المنتج يستقر على أقطاب لجال ، فمن المحتمل ألا يدور المنتج . واذا دار فسوف يصدر ضجيجا . حاول أن تحرك عمود المنتج الى أعلى وإلى أسفل للكشف عن هذه الحالة ، كما شرحنا فى الباب الاول ، المحرك ذو الوجه المشطور . ويمكن معرفة وجود الكراسى المتآكلة بسهولة عن طريق الضجة التى تنتج ، وعند وجود بعم ملساء متآكلة على سطح انضو الدائر . والعلاج الوحيد هو وضع كراسى جديدة .

٨ - تماس حامل الفرشة مع الأرض . وقد يتسبب حدوث تماس أرضي في حامل الفرشة عند نقطة واحدة في حرق المصهر ، اذا كان الاطار متصلا بالأرض . ويحدث هذا في الغالب اذا كان المحرك يشتغل على ٢٢٠ فولت : استعمل دائرة مصباح الاختبار للكشف عن حوامل الفرشة المتماسمة مع الأرض . ويجب فصل جميع الاسلاك من حامل الفرشة ، ورفع الفرش من فوق الموحد ، قبل اجراء هذا الاختبار . ثم يلصق احد طرفي دائرة الاختبار على الغطاء الجانبي ، بينما تلمس حوامل الفرشة بالطرف الآخر بالترتيب . وتدل اضاءة المصباح على تماس حامل الفرشة مع الأرض . ويكون العلاج برفع حامل الفرشة من ماسك الحوامل ، واعادة العزل بوساطة وضع ررد من الفبر أو الميكا عند مكان التماس .

٩ - تعدى الحمل . اذا وضع على المحرك حمل زائد عن الحد ، فقد لا يدور على الاطلاق . واذا أصبح المحرك ساخنا جدا ، كان هذا دليلا على وجود تعدى في الحمل . ولمعرفة ما اذا كان هناك تعدى في الحمل ، حل الحزام أو أى أداة أخرى تربط المحرك بالحمل ، وحاول تشغيل المحرك . فاذا كان على ما ينبغي ، فإن الاحتمال الوحيد هو وجود عيب في الحمل نفسه . ويجب حينئذ تقليل الحمل ، أو وضع محرك أكبر . راجع الباب الرابع ، المحركات الثلاثية الوجة ، حيث يوجد وصف مفصل لهذه الحالة .

وليس من الضروري أن يكون سبب وجود حانة تعدى الحمل راجعا الى الحمل نفسه ، فان كل ما يتسبب في دوران المحرك ببطء هو شكل من أشكال تعدى الحمل . فالكراسى المشحونة ، مثلا ، تتسبب في ابطاء سرعة المحرك ، وعلى ذلك فهي تعتبر من حالات تعدى الحمل .

راجع التيار المار بالمحرك بوساطة أمبير متر ، وقارنه بالقيمة الموجودة على لوحة تسمية المحرك . اذا كان تعدى الحمل ناتجا من شحط في الكراسى ، اكحتها الى أن يمكن ادارة المحرك باليد بدون صعوبة ، واذا كان ناتجا من ازدياد الحمل فوق المقرر ، استعمل محركا أكبر ، أو قلل الحمل ، الخ .

١٠ - عيب في المنظم . اذا تم يعمل صندوق البدء ، أو المنظم على الوجه الصحيح ، فقد يكون هو السبب الوحيد في احتراق المصهر . وقد يكون الخلل نتيجة لعيب في أجزاء المنظم نفسه ، أو لخطأ في التوصيل بين المحرك والمنظم . وفي أى من الحالتين ، يجب أن يكون القائم بالاصلاح على دراية تامة بطريقة تشغيل المنظم ، وعمل التوصيلات الخاصة به ، وذلك قبل محاولة القيام باصلاحه . راجع الرسومات الخاصة بهذا الموضوع في الباب الثامن ، منظمات التيار المستمر .

١١ - فتح فى دائرة ملفات المنتج • يتسبب وجود ملف مفتوح على المنتج فى حدوث شرر عنيف على الموحد كما أنه يعوق المحرك عن الدوران بالسرعة الموجودة على لوحة التسمية • وسوف يكشف الفحص عن وجود بقع محترقة عند قضبان الموحد الموصلة الى الملف المفتوح • وفى حالة اللف الانطباقي يتسبب ملف واحد مفتوح فى عمل بقعة واحدة محترقة ، فى حين تنتج بقعتا احتراق فى حالة اللف التمرجى ذى الاربعة الاقطاب • وقد تنشأ الدائرة المفتوحة بسبب حل بعض الاطراف الموصلة الى قضبان الموحد ، أو بسبب سوء لحام هذه الاطراف مع القضبان • فى هذه الحالة تحل الاطراف ، المستبحة فى أمرها ، من القضبان ، وتنظف ، ثم يعاد وضعها فى مكانها • ولحامها • وإذا كان الفتح قد حدث نتيجة لقطع فى السلك بأحد الملفات ، تخط قضيبين على كل من جانبيه البقعة المحترقة • وإذا ظهر على الموحد أكثر من بقعة واحدة محترقة ، تخط أقضبان كما سبق فى مكان واحد فقط ودر المحرك ، فإذا اختفى الشرر ، لا تخط قضباناً أكثر من ذلك •

١٢ - انفرش ليست فى وضع التعادل • يجب أن تقصر الفرشة الملف عندما يكون فى منطقة التعادل • إذا انحل مسمار الضبط الذى يحفظ ماسك الفرش فى مكانه ، فقد يتسبب ذلك فى تحريك الفرش ، وإبعادها عن الوضع الصحيح • فإذا حدث ذلك ، فسوف ينتج شرر عنيف ، كما أن المحرك سوف يبطئ فى السرعة • ضع الفرش فى موضعها الصحيح •

هذه الحالة مشابهة لوجود خطأ فى ترحيل الاطراف • ويكون العلاج بتحريك الفرش من مكانها ، الى أن يختفى الشرر ، والمحرك يدور بحمله الكامل • ويمكن العثور على وضع الفرش الصحيح ، فى محرك ذى أقطاب توحيد ، بإدارة المنتج حتى يصبح أحد الملفات واقعا فى منتصف المسافة بين قطبين ، أو تحت أحد أقطاب التوحيد مباشرة ، كما يظهر فى شكل ٧ - ٦٨ • بعد ذلك تتبع طرفى هذا الملف حتى تصل الى الموحد ، ثم حرك الفرش ، حتى يصبح القضيبان الموصلان الى هذا الملف مقصورين بفرشة • ويمكن أيضاً استخدام طريقة الفولتметр • فى حالة المحرك الذى لا يحتوى على أقطاب توحيد ، يكون موضع الفرش ، وهو يتوقف على اتجاه دوران المحرك ، مختلفاً عن ذلك قليلاً • فإذا كان المحرك يدور فى اتجاه عقربى الساعة ، يجب تحريك الفرش فى عكس اتجاه الدوران عدة قضبان ، من الموضع الذى يجب أن تحتله ، لو وجدت أقطاب توحيد فى المحرك •



١٣ - خطأ فى قيمة الجهد المستعمل • تصمم المحركات لتشغيلها على جهد معين • فإذا كان الجهد المستعمل أقل من الموجود على لوحة التسمية ، فسوف يدور المحرك بسرعة أقل • وإذا وضع الحمل على المحرك • فمما لا شك فيه أنه سوف لا يدور ، ويحتمل أن يتسبب فى احتراق المصهر • تأكد من أن الجهد المستعمل يساوى الجهد الموجود على لوحة التسمية • وعند انشك فى قيمة جهد الخط ، قسه بوساطة فولتمتر •

١٤ - فتح فى دائرة ملفات المجال • اذا حدث فتح فى دائرة ملفات التوازي ، أثناء دوران المحرك بدون حمل ، فقد تزداد سرعة المنتج الى درجة خطيرة ، يصبح معها من المحتمل أن يقذف المنتج بالملفات فى خارجه بفعل قوة الطرد المركزى • وعند حدوث حالة مماثلة لذلك ، يوصف المحرك بأنه انطلق • ولكى يمكن شرح هذه الحالة ، يجب أولاً مناقشة نظريات المولد • المولد هو آلة تستعمل لتحويل الطاقة الميكانيكية الى طاقة كهربية • وهو يتكون من عدد من ملفات السلك تدور فى مجال مغناطيسى • ونتيجة لهذا الدوران تقطع الملفات المجال المغناطيسى ، فينشأ عن ذلك تولد جهد كهربى فى الملفات •

هذه الحالة لا تنشأ فى المولد فقط ، ولكنها تحدث أيضاً فى المحرك ، حيث ان كل ما يلزم لتوليد الكهرباء هو وجود ملف يدور فى مجال مغناطيسى ، ولما كانت هذه العوامل الثلاثة موجودة فى المحرك ( ملفات من السلك ، الدوران والمجال المغناطيسى ) ، فان المحرك أيضاً يولد كهربياً ويطلق على الجهد الناشئ فى هذه الحالة : القوة الدافعة الكهربائية المضادة ( ق • د • ك مضادة ) أو الجهد المضاد ، وذلك لأنها تتولد فى الاتجاه المضاد لاتجاه الجهد المستعمل • وقد أثبتت التجارب أن الزيادة فى قوة المجال المغناطيسى تؤدي الى الزيادة فى قيمة ق • د • ك • المضادة ، كما أنه كلما ازدادت سرعة قطع الملفات لخطوط المجال ، ازدادت قيمة الجهد المتولد • فإذا كان المطلوب ، مثلاً ، توليد ق • د • ك • مضادة قيمتها ١٠٠ فولت ، أمكن الحصول عليها ، اما بدوران منتج بسرعة كبيرة فى مجال مغناطيسى ضعيف ، أو بدوران المنتج بسرعة أقل فى مجال أكثر قوة •

يكون للجهد المتولد فى المحرك قطبية مضادة لقطبية الجهد المستعمل ، كما أنه يساويه تقريباً فى المقدار ! وعلى ذلك ، فإذا كان الجهد المستعمل يبلغ ١٢٠ فولت ، فان ق • د • ك • المضادة تكون قيمتها حوالى ١١٠ فولت ، وفى عكس الاتجاه : بحيث يتبقى ١٠ فولت فقط لمرار التيار فى دائرة المنتج • وهذا يكفى لكى يظل المحرك دائراً •

أولا ، تكون ق . د . ك . المضادة أقل قليلا من الجهد المستعمل ، فى جميع الأوقات . ثانيا ، تتوقف قيمة ق . د . ك . المضادة على قوة المجال ، وعدد خطوط القوى ، وعلى السرعة . فإذا حدث قطع فى دائرة ملفات المجال ، فلن يمر تيار فيها ، وعلى ذلك فسوف يصبح مقدار عدد خطوط القوى فى المجال صفرا تقريبا . وفى الحقيقة تظل بضعة خطوط موجودة ، وهى الناشئة عن المغناطيسية المتبقية فى الأقطاب . ونتيجة لذلك فإن المنتج الذى يدور فى هذا المجال الضعيف لن يولد الا ق . د . ك . مضادة ضئيلة . ولما كانت قيمة هذه القوة الدافعة الكهربائية المضادة يجب أن تكبر حتى تتسارى تقريبا مع قيمة الجهد المستعمل ، فإن سرعة المنتج سوف تزداد لتعويض ضعف المجال ، وبالتالي لتوليد قيمة الجهد المطلوب . وعند حدوث فتح فى دائرة ملفات المجال تحدث هذه العملية آليا .

١٥ - تشغيل محرك التوالى بدون حمل . لا ينبغى أبدا رفع الحمل من محرك التوالى أثناء تشغيله ، لأنه لو حدث ذلك ، فسوف تزداد سرعة المحرك الى درجة خطيرة . يبين شكل ٧ - ٦٩ أن نفس كمية التيار تمر فى ملفات المنتج وفى ملفات المجال . ولما كان المحرك يسحب تيارا عندما يكون محملا أكبر من ذلك الذى يستهلكه بدون حمل ، فإن شدة المجال المغناطيسى فى محرك التوالى سوف تكون منخفضة عندما يكون المحرك دائرا بدون حمل ، ولكنها تكون مرتفعة عند وجود حمل كبير على المحرك . ولكى تتولد ق . د . ك . مضادة باتقدر المطلوب مع مجال ضعيف ، يجب أن يدور المحرك بسرعة عالية جدا .

١٦ - توصيل متباين فى المحرك المركب . إذا حدث خطأ فى توصيل المحرك ، كأن يوصل متباينا بدلا من توصيله متشابهها ، فإن المحرك سوف يدور بسرعة أعلى من سرعته العادية ، عندما لا يكون محملا ، ولما كان مجال ملفات التوالى ينتج قطبية تخالف قطبية ملفات التوازي فى حالة التوصيل المتباين ، فإن شدة المجال الكلى سوف تكون ضعيفة . ويتضح من الشرح السابق أن ضعف شدة المجال يؤدي الى زيادة السرعة .

يمكن معرفة ما اذا كان المحرك موصلا توصيلا متباينا ، أم لا ، بملاحظة اتجاه دورانه ، عند توصيله أولا كمحرك مركب ، ثم توصيله كمحرك توال . فإذا كان اتجاه الدوران واحدا فى الحالتين دل ذلك على أن التوصيل متشابه ، والا فإن التوصيل يكون متباينا ، ولتفجير حالة توصيل محرك من متباين الى متشابه ، تمكس قطبية أحد المجالين ، التوالى أو التوازي .

١٧ - ضعف تلامس الفرش مع الموحد . ان حدوث شرر على الموحد يعتبر مظهرا عاما ، وأحد أسبابه الرئيسية هو ضعف تلامس الفرش مع الموحد ، انذى يمكن ارجاعه الى ( أ ) تآكل الكراسى ، ( ب ) تحشر الفرشة فى الحامل ، ( ج ) عدم كفاية ضغط اللولب ، ( د ) حل وصلة الذيل ، ( هـ ) عدم تلاؤم سطح الفرشة مع الموحد ، ( و ) خشونة سطح الموحد أو وجود نقر به أو عدم انطباق محوره على محور الدوران ، أو ( ز ) اتساخ الموحد .

يتسبب الاستعمال المستمر فى حدوث تآكل فى الفرش ، لدرجة تجعل ضغط اللولب غير كاف لعمل التلامس المصبوط ، وهذه الحالة موضحة فى شكل ٧ - ٧٠ . وينتج عن ذلك حدوث شرر عنيف . استبدل الفرش بغيرها جديدة . ويحدث غالبا أن تتسبب الحرارة المتولدة عند انفرش فى جعل اللولب يفقد قدرته على الضغط . ويمكن اكتشاف هذا العيب بالكشف على اللولب . اذ لو كان اللولب غير صالح للعمل ، فانه لن يعود الى وضعه الاصلى لو شدته .

اذا تراكمت انشعوم والأقذار بين جوانب الفرشة وحاملها ، فان الفرشة لن تستطيع أن تبذل الضغط المطلوب على الموحد ، مما يؤدى الى حدوث شرر .

تزود معظم الفرش بوصلة ذيل ، كالمبينة بشكل ٧ - ٧١ ، وهى عبارة عن طرف صغير مرن يوصل الفرشة بالحامل ، ويمر فيه التيار من حامل الفرشة الى الفرشة ( فى حالة الفرش التى لا تحتوى على وصلة ذيل يقوم اللولب بمهمة توصيل التيار ) . واذا انحلت وصلة الذيل ، يحدث شرر على الموحد . ولاحكام ربط وصلة الذيل مع الفرشة ، اجعل قطعه منصهرة من معدن اللحام تسقط من مكواه اللحام فى المسافة الواقعة بين وصلة الذيل والفرشة . وفى طريقة أخرى يصنع ثقب فى الفرشة بمقاس وصلة الذيل ، التى تدخل فيه ، ثم يحشر معها مسمار صغير لكى تظل مثبتة بداخله . ويجب العناية ، فى أثناء ذلك كله ، بعدم تكسير الكربون .

اذا عجزنا عن جعل سطح الفرشة المرتكز على الموحد يتلام مع انحناء الموحد ، فسوف ينتج شرر . ويمكن تشكيل الفرشة بوضع قطعة من ورق الصنفرة اثناعم على الموحد ، بوجهه الخشن فى مواجهة الفرشة ، ثم يحرك ورق الصنفرة الى الامام والخلف ، وذلك أثناء الضغط على الفرشة ، وبعد

أن تأخذ الفرشة شكل الموحد ، ارفع الصنفرة ، ثم أنفخ جزئيات الكربون المتبقية على الموحد لازالتها .

يصدر عن الموحد ذى السطح الحشن ، والموحد الذى لا ينطبق محوره مع محور الدوران ، صوت طرقات ، ويمكن معرفة أى منهما بوضع الأصبع عليه . والعلاج يكون بخرط الموحد على المخرطة لضمان نعومته واستدارته .

ويتسبب الموحد المتسرخ أيضا فى عمل شرر ، اذيجب أن يكون سطح الموحد نظيفا وخاليا من المواد الغريبة ، مثل الشحوم ، والزيت ، وحبيبات التراب ، الخ : وفى حالة الموحدات التى يكون سطح الميكا تحت مستوى سطح الموحد ، اكحت الأقدار المتراكمة بين القضبان تستقر جزئيات تراب انكربون غالبا بين القضبان على الميكا وتحدث أقواسا كهربية أثناء دوران المنتج . وقد تصبح الحانة سيئة ، لدرجة أن حلقة من النار تتكون حول الموحد بأجمعه ويؤدى تنظيف الميكا الى علاج هذه الحالة .

١٨ - خطأ فى توصيل الأطراف . اذا حدث خطأ فى توصيل أطراف ملفات المنتج الى قضبان الموحد ، فوصلت أبعد من مكانها المضبوط بعدة قضبان ، فسوف يحدث شرر كبير عند الفرش ويفحص ملف وهو فى وضع التبادل ، يمكن معرفة ما اذا كان طرفاه مقصورين بفرشة أم لا . فاذا ظهر أن القضيبين الموصولين الى الملف وهو فى هذا الوضع ليسا مقصورين بهذه الطريقة ، فمن الواضح أن هناك خطأ فى توصيل طرفى الملف . والعلاج يكون بتحريك الفرش حتى ينقطع حدوث الشرر ، أو باعادة توصيل الأطراف ، اذا لم يكن فى الاستطاعة تحريك الفرش .

١٩ - خطأ فى قطبية أقطاب التوحيد . الغرض من استعمال أقطاب التوحيد هو منع حدوث الشرر الذى ينتج من التيار التائرى ، ويتحقق ذلك فقط ، اذا كانت قطبية هذه الأقطاب صحيحة . ولما كانت أسباب حدوث الشرر متعددة ، فإن من الصعب فحص محرك يصدر شررا ، ثم الحكم بأن السبب فى ذلك يرجع الى خطأ فى قطبية الأقطاب . والاختبار هو الوسيلة البوحيدة لنلجزم بأن الخطأ فى قطبية أقطاب التوحيد هو السبب فى حدوث الشرر . وقد شرحنا مقدما فى هذا الباب طريقة الاختبار للكشف عن صحة القطبية فى أقطاب التوحيد ، وهى التى تكون برفع الفرش وملاحظة اتجاه الدوران . فإذا كان تكوين المحرك لا يسمح بإجراء هذا الاختبار ، يجرى اختبار البوصلة للكشف عن القطبية .

يسحب المحرك الذى يحتوى على خطأ فى توصيلات أقطاب التوحيد تيارا أكبر من تياره العادى ، وسوف تزداد بذلك سخونته . وإذا ترك المحرك يدور على هذه الحال ، فسوف يسخن الموحد لدرجة ينصهر معها القصدير المستعمل فى لحام الأطراف ، ويتناثر من مجارى الموحد . وعلى الرغم من عدم صحة توصيلات أقطاب التوحيد ، فإن المحرك سوف يدور بدون أن يصدر منه شرر ، ولكن الموحد سوف يصبح ساخنا لدرجة غير عادية .

٢٠ - قضبان عالية أو منخفضة . تتسبب القضبان العالية والقضبان المنخفضة فى حدوث شرر زائد عند الموحد . وإذا دار المحرك بسرعة بطيئة ، فسوف تصدر شرارة كلما مر القضيب العالى تحت فرشاة ، وإذا دار المحرك بسرعة عالية ، فسوف تظهر هذه الحالة وكأنها شرارة مستمرة ، ويصحبها اسوداد لون الموحد ، واهتزاز فى الفرش . ويمكن اكتشاف القضبان العالية والمنخفضة بامرار الاصبع فوق الموحد . أربط الموحد على المخرطة واخرطه ، أو استعمل حجر موحد وورق صنفرة .

٢١ - ميكات عالية . قد يرجع وجود الميكات العالية الى تفكك الموحد ، أو الى سرعة تآكل قضبان انتحاس عن تآكل الميكات ، وهو الغالب ، ويصحب وجود هذه الحالة صدور شرر ملحوظ ، كما يمكن التعرف عليها باسوداد لون الموحد بأكمله . هذا وسوف تحسن بوجود الميكات العالية عند لمسها اذ انها خشنة للملمس ، وأعلى من القضبان ، ويكون العلاج بخرط انقضبان على المخرطة وقطع الميكات الى ما تحت مستوى انقضبان ، ويوجد حل مؤقت بأن تضغط بحجر موحد على انقضبان أثناء دوران المحرك .

٢٢ - عكس توصيل أطراف المنتج . يظهر هذا العيب فى المنتجات المعاد لفها تفاقا جديدا فقط ، ويصحبه حدوث شرر عند الفرش . اذا ظهر أن كل شئ آخر فى حالة جيدة ، فإن الطريقة الوحيدة لكشف الأطراف المعكوسة تكون باعادة اختبار المنتج ، ويوجد بالباب السادس وصف طريقة الاختبار لكشف عن أطراف المنتج المعكوسة .

٢٣ - سحق الكراسى . اذا كان العمود مشحوطا فى الكراسيين ، فسوف يكون من الصعب ادارة المنتج بانيد . ويجب فى هذه الحالة كحت الكراسيين أو توسيعهما ، وذلك حتى يتلاءم مع العمود . ويوجد حل آخر ، وذلك بتلميع العمود بواسطة قماش امرى ناعم ، حتى يتلاءم مع العمود . وغالبا ما يكون الخطأ ، على كل حال ، ناتجا من طريقة تجميع المحرك ، بمعنى أن يكون تركيب الغطاءين الجانبيين على الاطار غير مضبوط .

## الباب الثامن

### تنظيم تشغيل محركات التيار المستمر

بينما فى الباب الخامس ، تنظيم تشغيل محركات التيار المتردد ، أن منظم التيار المتردد يستخدم فى عدة أغراض . بعض هذه الأغراض المهمة هى بدء وإيقاف المحرك ، تحديد تيار البدء أو السرعة ، عكس اتجاه الدوران ، حماية المحرك ضد انخفاض الجهد / أو تعدى الحمل ، توفير طريقة لفرملة المحرك ديناميكيا . وتصمم بعض المنظمات ببساطة لبدء وإيقاف المحركات ، وبعضها الآخر يقوم بكثير من هذه العمليات ، فى حين يوجد البعض الذى يقوم بها كلها .

تقسم المنظمات الى أنواع عدة ، ولكنها أساسا إما أن تكون يدوية ، أو آلية . وقد خصصنا هذا الباب لوصف كل من منظمات التيار المستمر التى تشغل باليد ، والتى تشغل آليا ، وكذلك طرق توصيلها فى دائرة المحرك .

تستهلك محركات التيار المستمر الصغيرة ، التى تقل قدرتها عن  $\frac{1}{4}$  حصان ، تيارا صغيرا جدا ، ويمكن لذلك توصيل الجهد الكامل على المحرك مباشرة عند البدء . وتتسبب محركات التيار المستمر الكبيرة فى مرور تيار ابتدائي كبير ، وذلك لأن مقاومتها صغيرة . فإذا وصل الجهد بأكمله على المحرك ، وهو ما زال ساكنا ، فإن مرور التيار الزائد عند البدء قد يتلف المحرك ، أو يحرق المصهر . نبدء محرك كبير ، يجب وضع وحدة مقاومة على التوالى مع المحرك ، وذلك حتى تنخفض قيمة تيار البدء الى درجة مأمونة العاقبة . ويمكن تقليل هذه المقاومة كلما ازدادت سرعة المحرك . وعندما يصل المحرك الى السرعة المطلوبة ، تنعدم الحاجة الى المقاومة ، لأن المحرك يولد جهدا مضادا للجهد الموصل عليه ، فيمنع بذلك مرور تيار زائد . هذا الجهد المضاد يسمى القوة الدافعة الكهربائية المضادة (ق . د . ك . مضادة) ، وتتوقف قيمته على سرعة المحرك ، فتكون أكبر ما يمكن عند السرعة الكاملة ، وصغرا عندما يكون المحرك ساكنا .

على سبيل المثال ، اذا كانت مقاومة المنتج ، الذى يشتغل على ٢٣٠ فولت ، هى ٢ أوم ، فسوف تكون قيمة التيار الذى يمر عندما يكون المحرك ساكنا ، طبقا لقانون أوم .

$$ت = \frac{ج}{م} = \frac{٢٣٠}{٢} = ١١٥ \text{ أمبيراً} .$$

فاذا كان المحرك دائرا ، ويولد لذلك ق . د . ك . مضادة قيمتها ١٠٠ فولت ، يكون الجهد الكلى على المنتج ٢٣٠ - ١٠٠ = ١٣٠ فولت . وعلى ذلك يكون التيار

$$ت = \frac{ج}{م} = \frac{١٣٠}{٢} = ٦٥ \text{ أمبيراً} .$$

أنى ان قيمة التيار المار انخفضت بدرجة ملحوظة نتيجة لوجود ق . د . ك . مضادة . واذا كان المحرك يدور بسرعه الكامله ، ويولد ق . د . ك . مضادة قيمتها ٢٠٠ فولت ، فسوف تكون قيمة التيار

$$ت = \frac{ج}{م} = \frac{٢٣٠ - ٢٠٠}{٢} = ١٥ \text{ أمبير} .$$

وبعبارة أخرى ، سوف يمر فى هذا المحرك ١٥ أمبير ، عندما يدور بسرعه الكامله ، فان المائة وخمسة عشر أمبيراً سوف تمر فى المحرك الى سرعته الكامله ، فان المائة وخمسة عشر أمبيراً سوف تمر فى المحرك وقتنا يكفى لجعلها تحرقه ، او تتسبب فى إلحاق ضرر كبير به . ولنع مرور التيار الابتدائى الكبير ، توصل مقاومة فى دائرة المحرك ، وتقلل تدريجيا كلما ازدادت سرعة المحرك وتولدت فيه ق . د . ك . مضادة . وتوضع المقاومة فى صندوق يطلق عليه صندوق البدء ، وهو يركب بالقرب من المحرك . ويبين شكل ٨ - ٥ صندوق مقاومة مثالى .

### المنظمات البدوية

#### صندوق بدء ذو ثلاث نقط ، موصل الى محرك تواز :

يتكون صندوق البدء ذو الثلاث النقط أساسا من وحدة مقاومة ذات نقط تقسيم ، وهى التى تحدد قيمة تيار البدء فى المحرك الى درجة مأمونة . ويمكن استخدام هذا النوع من البادئات مع محرك التوازي أو مع المحرك المركب . وتقسم وحدة المقاومة عند نقط متعددة ، ثم تؤخذ منها توصيلات الى نقط انتماس على اللوحة المواجهة ، كما هو مبين بشكل ٨ - ١ . عند

تحريك اليد من نقطة الى نقطة ، تقل قيمة المقاومة الداخلة في الدائرة .  
يوجد على اللوحة المواجهة ملف ، وهو يعمل كملف مغناطيسي حافظ ،  
فيحفظ اليد في مكانها بعد أن تكون قد تحركت الى آخر نقطة تلامس .  
السبب في تسمية البادئ باسمه يرجع في الحقيقة الى ثلاث نهايات على  
اللوحة المواجهة ، وهي مرقومة ل ، أ ، ف ، وتشير الى الخط والمنتج  
وملفات المجال على الترتيب . وهي توصل داخليا مع اليد ، والمقاومة ،  
والملف الحافظ .

طريقة عمل البادئ المبين في شكل ٨ - ١ ، عند توصيله مع المحرك ،  
كما يلي :

عندما تستقر اليد على نقطة التلامس الأولى . يمر التيار من طرف  
الخط الموجب الى النهاية ل ، ثم خلال اليد الى نقطة التلامس الأولى . بعد  
هذه النقطة يسير التيار في ممرين : أحدهما خلال المقاومة كلها الى النهاية أ ،  
والآخر خلال الملف الحافظ الى النهاية ف . ابتداء من نهاية المنتج يمر التيار  
خلال المنتج الى الجانب السالب من الخط ، وابتداء من نهاية ملفات المجال  
يمر التيار خلال ملفات التوازي الى الجانب السالب أيضا من الخط ، كما  
هو مبين بشكل ٨ - ٢ . ولما كانت المقاومة بأكملها متصلة مع المنتج على  
التوالي عند وضع البدء ، فسوف تقل قيمة التيار الابتدائي الى حد مأمون .  
ثم تزداد سرعة المحرك أثناء تحريك اليد ، فتنتج ق . د . ك . مضادة ،  
وهذه أيضا تعمل على الحد من قيمة التيار الذي يمر .

يلاحظ أنه عندما تصل اليد الى نقطة التلامس الأخيرة ، تكون مقاومة  
صندوق البدء بأكملها قد خرجت من دائرة المنتج ، ولكنها وضعت بالتدريج  
في دائرة ملفات المجال . ولن يؤثر ذلك في تشغيل المحرك ، لأن قيمة هذه  
المقاومة صغيرة جدا بالنسبة الى قيمة مقاومة ملفات التوازي . كما يلاحظ  
أيضا أن الملف الحافظ متصل على التوالي مع ملفات التوازي ، وعلى ذلك  
فسوف يمر فيه التيار في الوقت الذي يكون فيه مارا في ملفات المجال ،  
فيصبح بذلك مغناطيسا . وبهذا يستطيع الملف الحافظ أن يحفظ اليد في  
مكانها الأخير .

إذا حدث لأي سبب أن فتحت ملفات المجال ، فسوف يقف مرور التيار  
في الملف الحافظ . عند ذلك تتسبب قوة الشد في اللولب في إرجاع اليد الى  
موضعها الأصلي وتفتح دائرة المنتج . وعلى ذلك فإن الملف الحافظ يعمل  
كجهاز أمان ، لأنه إذا حدث فتح في ملفات المجال في محرك التوازي في الأحوال



العادية أثناء تشغيله ، فقد ينطلق المحرك • وبسبب فعل الأمان هذا ، يطلق على الملف الحافظ اسم فاتح الدائرة بانعدام المجال •

يمكن توصيل صناديق البدء ذات الثلاث النقط مع المحركات المركبة أيضا • ويوضح شكلا ٨ - ٣ ، ٨ - ٤ طريقة التوصيل في هذه الحالة • والفارق الوحيد بين هذا التوصيل وتوصيل محرك التوازي هو وجود ملفات التوالى •

### توصيل صندوق بدء ثنى نقط مع محرك مركب :

يوجد فرق بسيط جدا بين صناديق البدء ذات الثلاث النقط ، وصناديق البدء ذات الأربع النقط • وهذه الأخيرة موضحة في شكل ٨ - ٥ ، والفارق الرئيسى بين النوعين هو توصيل الملف الحافظ على التوالى مع مقاومة ، للحد من قيمة التيار المار فيه ، وتوصيلهما معا على التوازي مع الخط ، كما هو موضح بشكلى ٨ - ٦ ، ٨ - ٧ ، وذلك بدلا من توصيل الملف الحافظ فى دائرة ملفات المجال • ويوجد فى الصندوق ذى الأربع النقط أربع نهايات على اللوحة الوجهية بدلا من ثلاث • واطراف الخط هى ل١ ، ل٢ ، وطرف المنتج أ ، وطرف ملفات المجال ف •

وعندما توضع اليد على نقط التلامس الأولى ، يمر التيار من الطرف الموجب للخط الى اليد ، فنقطة التلامس الأولى • ومن هنا يصبح أمام التيار ثلاثة ممرات ، يمكن تتبعها فى شكل ٨ - ٧ : أحد هذه الممرات يحتوى على المقاومة ، ومنها الى نهاية المنتج ، فالمنتج وملفات التوالى ، ثم ينتهى عند الجانب السالب للخط • وممر آخر يبدأ من نهاية ملفات المجال ، ويمر بملفات التوازي ، ثم ينتهى عند الجانب السالب من الخط • والدائرة الثامنة تحتوى على الملف الحافظ والمقاومة المتصلة معه على التوالى ، ثم تنتهى بالجانب السالب من الخط • ولما كان الملف الحافظ متصلا على التوازي مباشرة مع الخط ، ولا يمكنه أن يحتفظ باليد فى موضعها اذا انعدم الجهد ، يطلق عليه اسم فاتح الدائرة بانعدام الجهد •

يمتاز هذا الصندوق على الصندوق ذى الثلاث النقط ، بأنه يمكن توصيل مقاومة متغيرة فى دائرة ملفات المجال لزيادة سرعة المحرك • يقابل ذلك أن السرعة قد تزيد الى حد خطير ، لو كانت المقاومة المضافة زائدة عن الحد ، لأن ذلك يشبه تماما تشغيل المحرك ودائرة المجال مفتوحة • وشكل ٨ - ٨ يبين رسما لصندوق ذى أربع نقط وبه مقاومة اضافية

فى دائرة المجال . وقد روى فى ارسومات وضع النهايات فى نقط مناسبة على اللوحة الوجهية لتسهيل الرسومات . وفى البادئات الحقيقية توضع النهايات عموما فى صف ، اما بأعلى واما بأسفل اللوحة المواجهة .

### ريوستات منظم السرعة ذو الأربع النقط

هذا الريوستات عبارة عن جهاز لتنظيم سرعة المحرك . وتشبه توصيلات الريوستات ذى الأربع النقط صندوق البدء ذا الأربع النقط السابق شرحه ، فيما عدا احتواء الصندوق على المقاومة الداخلة فى دائرة المجال ، الى جانب احتوائه على المقاومة الداخلة فى دائرة المنتج ، كما هو مبين بشكل ٨ - ٩ . كذلك يجب أن يكون مقاس سلك المقاومة فى دائرة المنتج أكبر من نظيره فى الصندوق السابق ، اذ يوجد فى اليد عجلة مسننة تمكنها من الثبات عند أى نقطة من نقط التلامس ، بفعل الملف الحافظ ، مما يؤدى الى احتمال بقاء المقاومة فى الدائرة طول الوقت ، وهذا يستدعى أن يكون سلك المقاومة سميكا بدرجة تسمح بمرور تيار المنتج ، دون أن يسخن بصورة زائدة .

عندما توضع اليد ، فى حالة التشغيل ، فوق نقط التلامس الأولى ، يمر التيار فى الملف الحافظ ، فيجذب الذراع المفصلية بحيث تستقر فى المجرى الأولى بين أسنان العجلة . وهذا يعمل على حفظ اليد فى وضعها بدون الحاجة الى امساكها باليد . ويمر التيار فى نفس الوقت فى مقاومة دائرة المنتج كلها ، ثم فى المنتج وملفات التوالى ، حتى يصل ثانيا الى الخط . يمر التيار أيضا فى قضيب الانحاس الأصم الموضوع فوق تلامسات مقاومة دائرة المنتج كلها ، ثم فى المنتج وملفات التوالى ، حتى يصل ثانيا الى الخط . عندما تصل اليد الى النقطة ٥ ، تكون مقاومة دائرة المنتج قد فصلت كلها ، فى حين تكون مقاومة دائرة ملفات المجال على وشك الدخول . وسوف يؤدى ذلك الى زيادة سرعة المحرك كلما تحركت اليه بعد ذلك ، حتى تصل الى آخر نقطة تلامس . تذكر أنه يمكن ترك اليد فى أى وضع ، ترغب فى تركها عنده .

### ريوستات صندوق البدء ذى الأربع النقط ومنظم السرعة

يتكون هذا الريوستات من صندوق بدء ومنظم سرعة . ويحتوى هذا البادئ على يد ذات طابع خاص ، ( مبينة بشكل ٨ - ١٠ ) بها فى انواقع ذراعان : احدهما موجودة تحت الأخرى . وعندما تتحرك اليد فى البداية ، تكون كل واحدة من الذراعين مرتبطة بالأخرى ، حتى اذا ما وصلت اليد الى

نقطة التلامس الأخيرة ، يعمل الملف الحافظ على حفظ الذراع التلامس مع دائرة المنتج في مكانها . إذا أردنا زيادة سرعة الحرك فوق سرعته المأذون تحرك اليد في اتجاه مضاد لاتجاه عقربى الساعة . وهنا يؤدي الى تخريك الذراع التلامسية مع مقاومة دائرة ملفات المجال فقط ، فتزداد المقاومة في هذه الدائرة ، كما هو مبين بشكل ٨ - ١١ .

عندما تكون اليد في وضع اللا توصيل ، تكون مقاومة دائرة المجال مقصورة بوساطة تلامس مساعد موجود على اللوحة الوجهية . وهذا التلامس قابل للحركة ، بحيث انه اذا تحركت اليد الى الوضع العلوى ، يفتح التلامس المساعد مقاومة دائرة ملفات المجال المقصورة ، لكي يمكن استعمالها في دائرة المجال . والغرض من قصر مقاومة دائرة المجال ، هو ابطال استعمالها ، حتى تنفصل مقاومة دائرة المنتج كلها .

عند التشغيل تحرك اليد الى نقطة التلامس الأولى ، فتتكون دائرة توصيل من الجانب الموجب للخط الى اليد ، ثم خلال المقاومة باكملها ، ودائرة المنتج ، حتى تعود ثانية الى الجانب السالب . وتكمل أيضا الدائرة من زر التلامس الأول خلال التلامس المساعد ، الى نهاية دائرة المجال ، فدائرة المجال ، ثم الى الخط . عندما يصل المحرك الى سرعته المعتادة ، تكون اليد قد تحركت الى نقطة التلامس الأخيرة ، فيعمل التلامس المساعد على ادخال المقاومة في دائرة ملفات المجال ، وفصل دائرة الملف الحافظ ، لنذى يعمل على حفظ اليد في موضعها . فاذا أردنا زيادة السرعة ، تحركت الذراع التلامسية مع مقاومة دائرة المجال في عكس اتجاه عقربى الساعة ، عاملة بذلك على ادخال المقاومة في دائرة المجال ، مما يؤدي الى زيادة السرعة . وعند فتح المفتاح الرئيسي يعمل لولب ملفوف عند قاعدة اليد على ارجاعها الى وضع اللاتوصيل .

يبين شكل ٨ - ١٢ مجموعة أخرى نبيدي ومنظم سرعة ، واساس طريقة التشغيل فيها كما في الصندوق السابق ، وانما تختلف عنها قليلا في تكوينها ، اذ تتكون اليد في هذا البادى من ذراعين ، ذراع رئيسية ، وذراع مساعدة ، وتركب الذراع الرئيسية على مجموعتين من أزرار التلامس ، واحدة لمقاومة دائرة المجال ، والثانية لمقاومة دائرة المنتج . وتكون مقاومة دائرة المنتج فقط هي الداخلة في الدائرة عند تحريك الذراع الى أعلى . وتكون الذراع المساعدة انشاء هذه العملية في وضع يجعلها تقصر مقاومة دائرة المجال ، مما يبطل عملها خلال فترة فصل مقاومة المنتج .

عندما تصل الذراع الرئيسية الى نقطة التلامس الأخيرة ، تعمل الذراع المساعدة على توصيل نهايتى دائرة المنتج الى الخط مباشرة ، كما تعمل فى الوقت نفسه على ادخال المقاومة فى دائرة المجال . فاذا أعيدت الذراع الرئيسية الى نقطة البدء ، ينفصل الملف الحافظ ، فتنتقل الذراع المساعدة عائدة الى وضعها الأصلى ، وينفصل المحرك بأكمله من الخط .

### عكس اتجاه دوران المحركات الموصلة مع صناديق ذات ثلاث واربع نقط

ذكرنا فى الباب السابع ، محركات التيار المستمر ، أنه توجد طريقتان لعكس اتجاه الدوران فى محرك التيار المستمر ، وهما عكس اتجاه مرور التيار ، اما فى المنتج ، واما فى ملفات المجال . والطريقة المتفق عليها هى عكس اتجاه مرور التيار فى المنتج . ويستخدم لهذا الغرض ، فى حالة البادئات اليدوية ، مفتاح ذو قطبين بناخيشتى توصيل ، وهو يوصل بالطريقة المبينة بشكل ٨ - ١٣ . ويستخدم أجهزة أخرى أيضا ، ولكنها تتشابه فى أساسها . اذ أن الغرض الأول من استعمالها هو عكس اتجاه مرور التيار فى دائرة المنتج . ترى فى الأشكال ٨ - ١٤ ، ٨ - ١٥ ، ٨ - ١٦ رسومات لمحرك توالى يكون عكس اتجاه الدوران فيه بواسطة مفتاح ذى قطبين بناخيشتى توصيل ، موضح فى دائرة المنتج .

ويعكس اتجاه الدوران فى محرك التوالى بنفس الطريقة ، نى بتوصيل مفتاح عاكس فى دائرة المنتج ، كما هو مبين فى شكل ٨ - ١٧ ، ٨ - ١٨ .

رسم التوصيل للمحرك المركب يشبه محرك التوالى ، مع اضافة ملفات التوالى ، التى توصل على التوالى مع الخط . وعند توصيل محرك مركب مع مفتاح عاكس ، يجب أن يتم التوصيل أولا كما فى محرك التوالى ، ثم توصيل ملفات التوالى على الخط ، كما هو مبين بشكل ٨ - ١٩ . فاذا كانت ستة أطراف خارجة من المحرك ، يجب العناية بتوصيل المحرك . متشابه ، ، واذا كانت خمسة أطراف فقط خارجة ، يجب توصيل الطرف المتصل بملفات التوالى وملفات التوالى الى الخط . وعند عكس اتجاه دوران محرك ذى أقطاب توحيد ، يجب عكس المنتج وأقطاب التوحيد معا كوحدة . هناك احتياطات يجب ملاحظته عند عكس اتجاه الدوران فى محرك ، وذلك بتركه حتى يتوقف تماما عن الدوران ، قبل محاولة تشغيله فى الاتجاه المضاد .

### توصيل مفتاح عاكس في دائرة منتج تواز موصل الى صندوق ذى ثلاث نقط :

يبين شكل ٨ - ٢٠ رسما لتوصيل مفتاح ذى قطبين بناهيتى توصيل ، وصندوق ذى ثلاث نقط ، مع محرك تواز . ولعكس اتجاه دوران المحرك ، يفتح أولا المفتاح الرئيسى ، وهذا يؤدي الى وقف المحرك عن الدوران تماما ، كما يجعل يد الصندوق أيضا تعود الى وضع اللاتوصيل . بعد ذلك يبدل توصيل المفتاح العاكس الى الناحية الاخرى ، ويقفل المفتاح الرئيسى ، ثم ترفع اليد ببطء تدريجيا .

#### محرك مركب - صندوق ذو ثلاث نقط

اذا أردت عكس دوران محرك مركب ، وصله تماما كما يظهر في الرسم بشكل ٨ - ٢٠ ، فيما عدا اضافة ملفات انتوالى ، كما ترى في شكل ٨ - ٢١ . لاحظ أن المنتج وأقطاب التوحيد في هذا الرسم تعكس كوحدة ، لأنه اذا عكس اتجاه المنتج فقط ، فسوف ينتج شرر انفرش ، وتزداد سخونة المحرك .

#### محرك تواز - صندوق ذو أربع نقط

لتوصيل محرك تواز مع صندوق ذى أربع نقط ومفتاح عاكس ، فان من الضروري توصيله كما هو مبين بشكل ٨ - ٢٠ ، أى مع صندوق ذى ثلاث نقط ، ثم يضاف سلك رابع لتوصيل النقطة الرابعة بالخط ، كما هو مبين بشكل ٨ - ٢٢ .

#### محرك مركب - صندوق ذو أربع نقط

عند توصيل محرك مركب مع صندوق ذى أربع نقط ومفتاح عاكس ، يجب توصيله بالطريقة المبينة بشكل ٨ - ٢٣ .

### عكس اتجاه الدوران في المحركات الصغيرة بواسطة مفتاح من النوع الاسطوانى

يشبه المفتاح الاسطوانى في مظهره المنظمات الاسطوانية المستعملة فى عربات الترولى ، ولكنه أصغر منها كثيرا فى الحجم . وهو مقفل تماما ، وتوجد بأعلاه يد ، كما يظهر فى شكل ٨ - ٢٤ . وتوجد بأسفله فتحة تسمح بمرور مواسير التوصيل . عندما يكون المحرك متوقفا عن الدوران تكون اليد فى الوضع المتوسط . ولكى يدور المحرك ، تحرك اليد الى ناحية اليمين . وعند عكس اتجاه الدوران يجب ارجاع اليد أولا الى

الوضع المتوسط ، حتى يتوقف المحرك تماماً عن الدوران ، ثم تحرك الى ناحية اليسار .

عند رفع غطاء المفتاح تظهر النهايات التي توصل معها أطراف المحرك والخط . ونجد عند فحص التلامسات ، أنه توجد مجموعتان ثابتتان ، ومنظمتان كما هو موضح بشكل ٨ - ٢٥ . وتتكون كل مجموعة من أربعة تلامسات على كل جانب من جانبي المفتاح ، وهى مثبتة فى الاطار ، ومعزولة عنه . والتلامسات المتحركة ، المبينة بشكل ٨ - ٢٦ ، مثبتة فى ذراع يتحرك فى منتصف المفتاح ، وهى مرتبة بحيث تتلامس مع النقاط الثابتة عندما تتحرك اليد فى أى الاتجاهين .

عندما يكون المحرك ساكناً ، لا يكون هناك اتصال بين التلامسات المتحركة والتلامسات الثابتة . وعندما يكون المحرك دائراً فى أحد الاتجاهين يكون وضع التلامسات كما هو مبين فى شكل ٨ - ٢٧ . وللدوران فى الاتجاه الآخر يكون وضع التلامسات كما هو مبين بشكل ٨ - ٢٨ . عند توصيل هذا المفتاح مع محرك توال ، كما يظهر فى شكل ٨ - ٢٩ ، يوصل طرفا المنتج الى التلامسين ٣ ، ٤ ، ويوصل طرفا ملفات التوالى الى ٥ ، ٧ . أما طرفا الخط فيوصلان الى ٢ ، ٨ . يبين شكل ٨ - ٢٩ التوصيل للدوران فى اتجاه عقربى الساعة ، كما يبين شكل ٨ - ٣٠ التوصيل للدوران فى عكس اتجاه عقربى الساعة .

فى حالة محرك التوازي يوصل المنتج بنفس الطريقة السابقة ، اما طرفا ملفات التوازي فيوصلان الى التلامسين ١ ، ٧ . ثم يوصل انتلامسان ٥ ، ٧ معا . يبين شكلا ٨ - ٣١ ، و ٨ - ٣٢ مسار التيار فى اتجاهى الدوران .

المحرك المركب هو عبارة عن محركى توال وتواز مجتمعين معا ، وعلى ذلك فان رسم التوصيلات فى شكل ٨ - ٣٣ ، ١ ، ٨ - ٣٣ ب يبين كلا من ملفات التوالى وملفات التوازي موصلة بنفس الطريقة التى اتبعت فى الرسومات السابقة .

### متممات تعدى الحمل

لحماية المحرك والخط من تعدى الحمل ، سواء أكان وقتياً أم مستمراً ، يمكن أن يزود صندوق البدء ، أو المحرك ، أو كلاهما بجهاز يعمل على فصل المحرك آلياً عن مصدر التيار عند حدوث تعدى للحمل ، لأنه اذا مر تيار كبير جداً لمدة طويلة ، فقد يلحق اضرار بالمحرك ، أو تحدث اضطرابات فى الخط . ويمكن توفير هذه الحماية الضرورية بوساطة المصهرات ، أو قوطع الدائرة الحرارية أو المغناطيسية ، أو بوساطة متممات تعدى الحمل .

## المصهرات

توضع المصهرات عموما في دائرة الخط الذي يغذى المحركات الكهربائية ،  
ونو أن بعض المحركات تحتوي على صناديق مصهرات خاصة بها . ولما كانت  
تكاليف تغيير المصهرات عالية ، مع ضياع الوقت في تجديدها وتركيبها ، فقد  
صممت منممات تعدى الحمل وقواطع الدائرة ، بحيث تكون أكثر بساطة ،  
واقبل في التكاليف نسبيا .

## قواطع الدائرة المغناطيسية

يعمل قاطع الدائرة المغناطيسي على فتح دائرة المحرك بسرعة وبصورة  
حاسمة اذا مر فيها تيار زائد . وهو يتكون من ملف من السلك الذي يمكن  
أن يتحمل تيار المحرك ، ويوصل على التوالي مع الخط ، وموضوع بقرب  
الذراعين الحامنين للتلامسين الرئيسيين ، كما هو مبين بشكل ٨ - ٣٤ .

اذا حدث تعدد للحمل ، فسوف يمر في الملف تيار يكفي لان يتسبب في  
رفع القاطس الموضوع في مركز الملف ، الذي يعمل على فصل ذراعي التلامس  
الرئيسيين ، فيفتح بذلك الدائرة . ويمكن ضبط قواطع الدائرة بحيث تعمل  
في حدود معينة للتيار . وتستعمل قواطع دائرة مغناطيسية ذات تصميمات  
مختلفة متعددة ، ولكن أساس طريقة التشغيل واحد فيها جميعا . وتصمم  
بعض قواطع الدائرة بحيث يحدث النقطع في دائرتها فقط ، اذا ظل تعدى  
الحمل موجودا وقتا محددا . ويستخدم في هذا النوع من القواطع وحدة  
يطلق عليها وعاء الاحتداك ، أو تستعمل وحدة حرارية .

## قواطع الدائرة الحرارية

يختلف أساس طريقة التشغيل في قاطع الدائرة الحرارية عنه في قاطع  
الدائرة المغناطيسي اختلافا تاما ، فلا تستخدم ملفات في هذا النوع من  
القواطع ، ولكن يستخدم ازدواج معدني ، أو أي وحدة حرارية أخرى لنقطع  
الدائرة ، وسوف نشرح فيما بعد أساس طريقة تشغيله .

## منمم تعدى الحمل المغناطيسي

تستعمل منممات تعدى الحمل المغناطيسية في كل من البادئات اليدوية  
والآلية . وفي بعض البادئات اليدوية القديمة ، كصناديق البدء ذات الثلاث  
والاربعة النقط ، يكون منمم تعدى الحمل عبارة عن ملف مغناطيسي ، موصل  
على التوالي مع الخط الرئيسي ، كما هي الحال في قاطع الدائرة . ويصمم

قاطع الدائرة بطريقة تجعل ملف تعدى الحمل لا يتأثر مطلقا ، اذا مر تيار يساوى أو يزيد قليلا على التيار المعتاد . وعلى كل حال ، اذا حدث تعدى للحمل ، مما يتسبب عنه مرور تيار زائد ، فان الملف سوف يعمل على رفع ذراع صغيرة فيقصر هذا بدوره تلامسين . فاذا كان هذان التلامسان موصولين الى نهايتى الملف الحافظ لصندوق ذى ثلاث نقط ، كما هو موضح بشكل ٨ - ٣٥ ، فان التيار الذى كان يمر عادة فى الملف الحافظ ، سوف يختصر الطريق ويمر فى الذراع الصغيرة بدلا من المرور فى الملف الحافظ وبذلك يفقد الملف الحافظ قدرته على حفظ يد الصندوق ، فتعود الى وضع اللاتوصيل ، ويتوقف مرور التيار فى المحرك .

شكل ٨ - ٣٦ يبين متم تعدى حمل ذا غاطس . عندما يصل التيار المار فى الملف الى القيمة المعينة على مسمار الضبط يجذب الغاطس ، ويفتح تلامسين . ويمكن استخدام هذا النوع من المتمات مع كل من المنظمتان اليدوية والآلية . وعند استخدامه مع البادئات اليدوية يوصل كما هو مبين بشكل ٨ - ٣٩ .

يستخدم متم تعدى الحمل ذو الغاطس مع البادئات الآلية ونصف الآلية لفتح تلامس مفتاح مغناطيسى ، كما هو مبين بشكل ٨ - ٣٧ . يفتح متم تعدى الحمل دائرة الملف الحافظ للمفتاح المغناطيسى ، مما يؤدى الى سقوط الذراع ، وفتح دائرة الخط .

يبين المفتاح المغناطيسى ، أو الموصل ، عادة بأى شكل من الاشكال المبسطة الموضحة بشكل ٨ - ٣٨ ، وذلك عند رسمه مع أى دائرة توصيل .

يبين شكل ٨ - ٣٩ رسما لمنظم يستخدم فيه مفتاح مغناطيسى ومتم تعدى الحمل . سوف نشرح المفتاح المغناطيسى شرحا أكثر تفصيلا فيما بعد فى هذا الباب . أما تشغيل هذه الدائرة فيكون كما يلى :

عند ادارة مفتاح القاطع على وضع التوصيل ، يمر التيار من الجانب الموجب للخط خلال مفتاح القاطع ، فالملف الحافظ ، فتلامس ملف تعدى الحمل ، ثم الى الجانب السالب للخط . وعندئذ يعمل الملف الحافظ على قفل الموصل ( المفتاح المغناطيسى ) . اذا حدث تعدى مستمر للحمل يرتفع غاطس ملف تعدى الحمل ويفتح تلامسا المتم ، وهذا معناه فتح دائرة الملف الحافظ ، فيفقد الملف قدرته على حفظ يد الموصل ، مما يؤدى الى سقوطها . واذا كانت يد صندوق البدء على نقطة التلامس العليا فى الصندوق ، وقت حدوث تعدى الحمل ، فسوف يؤدى فتح المفتاح المغناطيسى الى سقوطها .



لاحظ أن مفتاح القطع يستخدم فى قفل الموصل المغناطيسى على الرسم ، وهذا للتبسيط فقط ، اذ تستخدم فى الحقيقة محطة بدء - إيقاف لهذا الغرض .

### المتنيمات الحرارية

تشتغل معظم متنيمات تعدى الحمل ، المستخدمة فى المنظمات الحديثة ، على أساس حرارى . ويتكون هذا النوع من المتنيمات عادة من شريطين من المعدن ملحومين معا ، وكل منهما معامل تمدد يختلف عن الآخر . وعندما يسخن شريط الازدواج المعدنى هذا ، فإنه ينحرف بمقدار كاف لكى يجعله يتسبب فى فصل نقطتى تلامس مقفلتين عادة ، مما يؤدى الى فتح دائرة الملف الحافظ لموصل مغناطيسى ، فيتسبب ههنا فى فتح التلامس الرئيسى . وتسخن وحدة الازدواج المعدنى عادة بوضعها بجوار ملف تسخين ، أو وحدة تسخين ، توصل على التوالى مع الخط . فاذا مر تيار زائد فى دائرة المحرك ، أو حدث تعدى مستمر للحمل ، تسخن وحدة التسخين ، وتنتقل منها الحرارة الى وحدة الازدواج المعدنى ، التى تنحني بدورها وتفتح التلامسين . ويمتاز المتنم الحرارى بأن له وقت تخلف ، وهذا يمنعه من فتح الدائرة عند مرور التيار الابتدائى المؤقت ، وعند حدوث تعدى للحمل برهة وجيزة . وهو يحمى المحرك فى نفس الوقت من تعدى الحمل ، اذا استمر فترة طويلة .

الطريقة المعتادة لتمثيل متنم حرارى تعدى الحمل ، تكون ببيان تلامس مقفل عادة الى جانب رمز لوحدة تسخين تعدى الحمل . ويبين شكل ٨ - ٤٠ طريقتين لبيان ذلك على الرسومات ، كما ترى فى شكل ٨ - ٤١ رسما يوضح طريقة استعمال المتنم الحرارى .

### المفاتيح المغناطيسية

لما كان عدد كبير من المحركات ينظم تشغيله بوساطة المفاتيح المغناطيسية ، فسوف نقوم باعطاء شرح أكثر تفصيلا لمفتاح مغناطيسى ، والطريقة التى ينظم بها تشغيل المحرك عن طريق محطات الزر الضاغط .

يمكن أن تكون المفاتيح المغناطيسية ذات قطب واحد ، أو قطبين، أو ثلاثة أقطاب . وفى أى من هذه الحالات لا يلزم سوى ملف واحد لقفل تلامسات المفتاح . يبين شكل ٨ - ٤٢ الاجزاء الرئيسية لمفتاح مغناطيسى ، وهو يتكون من ملف حافظ ، ذراع متحرك ، تلامسات رئيسية ، وتلامسات مساعدة . وبالإضافة الى ذلك ، يوجد ملف اطفاء بجوار التلامسات

الرئيسية ، وهو يستخدم لاختداد القوس الكهربائية ، التي تنشأ عادة نتيجة لقطع التلامسات الرئيسية . والملف مصنوع من السلك الغليظ ، وهو يوصل على التوالي مع الخط الرئيسى . وينتج التيار المار فى الملف مجالا مغناطيسيا ، يحدث تأثيرا مضادا لمجال مغناطيسى مشابه ، يحيط بالقوس الكهربائية ، مما يؤدى الى تحرك القوس الى أعلى ، وبذلك ينقطع .

يتضح من انظر فى شكل ٨ - ٤٢ ، أن التلامسات الرئيسية تقفل عند مرور التيار فى الملف الحافظ . ويكفى مرور تيار صغير فقط ، لكى يجعل الملف قادرا على جذب الأذرع . وعلى ذلك ، فمن الواضح أنه يمكن قفل مفتاح مغناطيسى بأى حجم ، بمجرد امرار تيار صغير فى الملف . ويمتاز المفتاح المغناطيسى بأنه يمكن التحكم فيه بوساطة محطة بدء - ايقاف موضوعة عند نقطة بعيدة .

#### المحطات ذات الزر الضاغط

ينظم تشغيل المفتاح المغناطيسى عادة بوساطة محطة ذات زر ضاغط . ويوجد فى المحطة العادية زران ، زر البدء وزر الايقاف . وتتكون المحطة بحيث يقفل تلامسان مفتوحان عادة ، عند الضغط على زر البدء ، ويفتح تلامسان مقفلان عادة عند الضغط على زر الايقاف . ويعود كل من الزرين الى وضعه الأسمى بعد رفع الضغط عنه بفعل لولب . ويبين شكل ٨ - ٤٣ الطرق المتعددة لتمثيل محطة بدء - ايقاف .

لتنظيم تشغيل مفتاح مغناطيسى بوساطة محطة ذات زر ضاغط ، يكون من الضرورى فقط توصيل الملف الحافظ مع المحطة ، بحيث يمر فيه التيار عند الضغط على زر البدء ، ثم تفتح دائرة الملف عند الضغط على زر الايقاف . ويعمل التلامسان المساعدان على حفظ مرور التيار فى الملف الحافظ بعد رفع الضغط عن زر البدء . يبين شكلا ٨ - ٤٤ ، ٨ - ٤٥ رسم دائرة التوصيل لمفتاح مغناطيسى موصل مع محطة بدء - ايقاف ذات زر ضاغط . لاحظ أن المحرك موصل على الخط الرئيسى مباشرة . وتستعمل هذه الطريقة فى التوصيل مع المحركات الصغيرة فقط ، أما المحركات الكبيرة فهي تحتاج الى بادى ، وسوف نقوم بشرح طريقة توصيلها فيما بعد .

فى الدائرة بشكل ٨ - ٤٦ ، عند الضغط على زر البدء ، تكون دائرة من الجانب الموجب للخط خلال مفتاح البدء ، فمفتاح الايقاف ، والملف الحافظ م ، ثم الى الجانب السالب للخط . وبذلك يصبح الملف الحافظ

قادرا على قفل التلامسات الرئيسية والمساعدة . ويقفل التلامسان الرئيسيان دائرة المحرك ، أما التلامسان المساعدان ، أو الحافظان ، فانهما يعملان على حفظ مرور التيار في الملف الحافظ ، عند رفع الضغط عن زر البدء .

عند الضغط على زر الايقاف : تمتح دائرة الملف الحافظ ، فيتسبب ذلك في فتح التلامسين الرئيسيين ، ووقف المحرك ، لاحظ أن التلامسات المساعدة توصل على التوازي مع زر البدء .

قد يكون من الضروري تنظيم تشغيل المحرك من عدة أماكن ، ويحدث ذلك بسهولة باستخدام عدة محطات ذات أزرار ضاغطة . يبين شكلا ٨ - ٤٧ ، ٨ - ٤٨ محطتي بدء - ايقاف ، تنظمان تشغيل مفتاح مغناطيسي .

يمكن توصيل ثلاث محطات بدء - ايقاف ذات أزرار ضاغطة ، كما هو مبين بشكلي ٨ - ٤٩ ، ٨ - ٥٠ . يجب ملاحظة أنه من الضروري دائما توصيل أزرار الايقاف على التوالي مع بعضها ، وعلى التوالي مع الملف الحافظ ، حتى يمكن ، في حالة الطوارئ ، ايقاف المحرك من أى محطة . ويمكن استعمال أى عدد من محطات البدء - ايقاف لتنظيم تشغيل مفتاح مغناطيسي ، وذلك إذا تم توصيلها بالطريقة المضبوطة . وأهم نقطة يجب مراعاتها في هذا الشأن : هي أن أزرار البدء توصل على التوازي ، في حين توصل أزرار الايقاف على التوالي .

### تلامسات تعدى الحمل

تحتوى معظم المفاتيح المغناطيسية على جزء آخر منظم وهو متمم لتعدى الحمل ، يعمل اما على أساس مغناطيسي ، أو على أساس حرارى . وتزود معظم المفاتيح عامة بمتمم حرارى . وفي هذه الحالة يحدث ، كما سبق شرحه ، انه عند مرور تيار زائد في دائرة المحرك ، يفتح تلامس موصل على التوالي في دائرة الملف الحافظ ، وهو الذى يكون في العادة مقفلا ، وبذلك يفقد الملف الحافظ قدرته على الجذب ، مما يتسبب في فتح الدائرة الرئيسية وایقاف المحرك . يبين شكلا ٨ - ٥١ ، ٨ - ٥٢ رسما لمنظم تستخدم فيه تلامسات تعدى الحمل .

على الرغم من أنه تلامسات تعدى الحمل تظهر في الرسم موصلة مع الجانب الموجب من الخط ، فإنه لا ينتج أى فارق من توصيلها فى أى مكان

آخر ، ما دام أنها موصلة على التوالي مع الملف الحافظ . ويمكن أيضا توصيل محطة البدء - ايقاف بطريقة مختلفة ، كما يظهر ، على سبيل المثال ، في شكل ٨ - ٥٣ ، حيث يوصل زر الايقاف الى الجانب الموجب ، وذلك بدلا من توصيله مع الملف الحافظ ، كما حدث في الرسومات السابقة . وليس لهذا التغيير أى تأثير على عمل دائرة التنظيم .

### المتابعة

عند الرغبة فى تشغيل المحرك لفترة قصيرة من الوقت ، يضاف الى المحطة زر آخر . وبذلك يصبح من الممكن تشغيل المحرك فى الوقت الذى يضغط فيه على هذا الزر فقط . وعند رفع الضغط عنه ، يقف المحرك ، بدون الحاجة الى الضغط على زر الايقاف . وبهذا الترتيب يمكن جعل المحرك يشتغل وقتيا . وكما هى الحال فى المحطات الأخرى ، يجب أن يكون زر الايقاف فى دائرة الملف الحافظ ، لاستعماله فى حالة ما نحتاج اليه . يبين شكلا ٨ - ٥٤ ، ٨ - ٥٥ دائرة تحتوى على محطة بدء - متابعة - ايقاف ، ومفتاح مغناطيسى ، فى حين يبين شكلا ٨ - ٥٦ ، ٨ - ٥٧ التوصيلات عند تنظيم التشغيل بمحطتين . لاحظ أن لزر المتابعة أربعة تلامسات ، بدلا من اثنين ، وأنها تتكون من تلامسين مفتوحين عادة ، وتلامسين مقفلين عادة . وهذه هى احدى الطرق فقط لتوصيل زر المتابعة فى دائرة التنظيم ، وتوجد طرق أخرى كثيرة ، تؤدي نفس الغرض . وتتوقف طريقة التوصيل على نوع المحطة المستعملة ونوع المنظم . وطريقة التوصيل المعطاة هنا تعد أساسية ، وهى تعطى الطالب فكرة عن نوع الدوائر المستعملة مع الأزرار المضاعطة .

فيما يلى طريقة عمل الدائرة الموجودة فى شكل ٨ - ٥٤ : عند الضغط على زر البدء ، تكمل الدائرة من الجانب الموجب للخط خلال تلامسى تعدى الحمل ، فأزرار البدء والمتابعة والايقاف ، فالملف الحافظ ، ثم الى الجانب السالب للخط . وبذلك يتمغطس الملف الحافظ ، فتقف التلامسات الرئيسية ، ويبطئ المحرك فى الدوران . ويقفل التلامسان المساعدان فى نفس الوقت ، فيحفظان مرور التيار فى الملف الحافظ ، بعد رفع الضغط عن زر البدء . وعند الضغط على زر الايقاف تفتح كل التلامسات ، ويتوقف المحرك عن الدوران . عند الضغط على زر المتابعة ، تكمل الدائرة من الجانب الموجب خلال تلامس تعدى الحمل ، فتلامس المتابعة ، فوزر البدء والملف ، ثم الى الجانب السالب ، وبذلك تقفل التلامسات الرئيسية

والمساعدة . تفتح دائرة التلامس المساعد عند الضغط على زر المتابعة ، وبذلك تصبح عديمة الجدوى . وبذلك تقطع الدائرة الحافظة ، ما دام الضغط مستمرا على زر المتابعة .

### المنظمات الآلية

فى المحركات التى تزيد قدرتها عن  $\frac{1}{3}$  حصان ، نحتاج الى استعمال مقاومة فى الدائرة ، وقت البدء ، وذلك حتى يمكن حفظ تيار البدء عند قيمة مأمونة العواقب . وأثناء زيادة سرعة المحرك ، تنفصل هذه المقاومة آليا من الدائرة ، على خطوة واحدة ، أو على عدة خطوات ، وذلك على حسب حجم المحرك ، ونوع المنظم . وهناك عدة طرق ، يمكن بها فصل المقاومة من دائرة المحرك آليا ، سوف نقوم بشرح بعضها فيما يلى بالتفصيل ، وهى :

- ١ - منظم ق . د . ك . المضادة .
- ٢ - منظم التلامسات المحجوزة .
- ٣ - المنظم المغناطيسى ذو الوقت المحدد .
- ٤ - المنظم الميكانيكى ذو الوقت المحدد .
- ٥ - المنظم الاسطوانى .

#### منظم ق . د . ك . المضادة

عندما تزداد سرعة المنتج فى محرك ، تزداد معها قيمة الجهد المضاد المتولد فى المنتج ، وبذلك يقل التيار فى دائرة المنتج . ويعمل هذا التناقص فى التيار على تقليل قيمة سقوط الجهد على مقاومة البدء الداخلة فى دائرة المنتج ، فيزيد تبعا لذلك الجهد الموجود على نهايتى المنتج . ولذلك ، فانه اذا وصل ملف ، مصمم للتشغيل على جهد قدره ٥٠ فولت ، على التوازي مع المنتج ، كما هو مبين بشكل ٨ - ٥٨ ، و ٨ - ٥٩ ، فسوف يعمل فقط عندما يكون الجهد على نهايتى المنتج ٥٠ فولت ، أو أكثر . ويمكن حينئذ جعل الملف يشغل تلامسا ، يعمل على قصر جزء من ، أو كل المقاومة الموجودة فى دائرة المنتج ، كما هو مبين بشكل ٨ - ٦٠ ، وهو يبين وضع تلامس زيادة السرعة عند بدء دوران المحرك .

وفيما يلى طريقة عمل الدائرة المبينة بشكل ٨ - ٥٨ :

عند الضغط على زر البدء يتمعطس الملف الحافظ ، فتقف التلامسات الرئيسية . وبهذا تكمل الدائرة المحتوية على مقاومة البدء والمنتج . ويمر

التيار أيضا في ملفات التوازي . وعندما تزداد سرعة المحرك ، يصل الجهد المتولد على طرفي المنتج الى قيمة تكفي لمغطسة ملف تلامسى زيادة السرعة ، وبذلك يقفل تلامسا زيادة السرعة ، فيؤدى هذا الى فصل المقاومة من دائرة المنتج ، وتوصيل المنتج على التوازي مع الخط .

تصنع بادئات ق . د . ك . المضادة أيضا بمقاومة ذات أقسام متعددة ، وملفات زيادة سرعة متعددة ، وذلك بدلا من واحدة . وشكل ٨ - ٦١ يبين وحدة ذات ثلاثة أقسام . ويشغل كل ملف على جهد يختلف عن الآخر . وكلما ازداد الجهد المتولد على طرفي المنتج ، نتيجة لزيادة السرعة ، تتمغطس الملفات بالتتابع ، فتقصر تلامساتها أجزاء مقاومة البدء على التوالى ، حتى يصبح المنتج فى النهاية موصلا مباشرة على الخط .

يوضع ملف زيادة السرعة على التوالى مع الملف الحافظ فى بعض المنظمات ، وذلك بعد قفل تلامس زيادة السرعة . وفى منظمات أخرى توضع مقاومة على التوالى مع ملف زيادة السرعة للحد من قيمة التيار المار فيه . ويوجد فى بعض بادئات ق . د . ك . المضادة ملف واحد كبير ، يقوم بتشغيل عدد من تلامسات زيادة السرعة . وفى هذا النوع توضع أذرع تلامسات زيادة السرعة على أبعاد مختلفة من القلب الحديدى للمغناطيس ، فتقفل الأذرع بالتتابع ، كلما ازداد الجهد الموجود على الملف ، وتقصر هذه الأنواع بدورها أجزاء من المقاومة الموجودة فى دائرة المنتج .

### منظم الملامسات المحجوزة

يطلق على ملامسات زيادة السرعة المستعملة فى هذا النوع من المنظمات اسم ملامسات التوالى المحجوزة ، وذلك لأن ملفات زيادة السرعة موصلة على التوالى مع المنتج ، ومصممة بحيث تحجز الملامسات مفتوحة ، ما دام التيار المار فيها كبيرا ، كما يحدث عند البدء ، ثم تقفل الملامسات بعد أن تزداد سرعة المحرك وتنقص قيمة التيار . وتزود الملامسات المحجوزة اما بملف واحد أو بملفين . وفى كلتا الحالتين يكون توصيل الملفات على التوالى مع المنتج .

ويعرف هذا النوع أيضا باسم البادى ذى التيار المحدد ، وذلك لأن تنظيم الزيادة فى سرعة المحرك يأتى عن طريق قيمة التيار المار فيه .

### اللامس المحجوز ذو الملفين

يبين شكل ٨ - ٦٢ أحد ملامسات التوالى المحجوزة ذا الملفين . ويوصل الملفان فى هذا الموصل على التوالى معا ، وعلى التوالى مع المنتج .

والملف العلوى هو ملف القفل الذى يعمل على قفل التلامسين والملف السفلى هو الملف الحاجز ، الذى يعمل على حجز التلامسين مفتوحين . ويصمم الملفان بحيث يكون المجال المغناطيسى ، أو الجذب الناتج من الملف الحاجز ، هو المتغلب عند مرور تيار كبير فى المحرك . فعند بدء دوران المحرك مثلا ، يحجز التلامسان مفتوحين بسبب مرور انتيار الابتدائى الكبير . وعندما تزداد سرعة المحرك ، وتقل قيمة التيار ، تتغلب قوة جذب الملف العلوى ، فيقفل التلامسان . ويمكن شرح هذه العملية على الوجه الآتى :

تبين الأشكال ٨ - ٦٣ أ ، و ٨ - ٦٣ ب ، و ٨ - ٦٤ احد هذه المنظومات ، وبه مقاومة ذات قسم واحد . عند الضغط على زر البدء يقفل التلامسان انتريسيان فتكمل الدائرة خلال ملف القفل ، والملف الحاجز ، فالمقاومة ، ثم دائرة المنتج . يعمل التيار الابتدائى على مغطسة الملف الحاجز بدرجة تمكنه من منع التلامسين من أن يقفلا . وعندما تزيد سرعة المحرك تقل قيمة التيار الى درجة تجعل جذب ملف القفل يتغلب على جذب الملف الحاجز ، مما يؤدي الى قفل التلامس . وهذا يقصر كلا من الملف الحاجز والمقاومة . يبين شكل ٨ - ٦٥ رسما مبسطا لهذه الدائرة . توصل ملفات التوازي على الخط مباشرة ، فى الفترة التى تحدث فيها كل هذه العمليات فى المنظم .

تحتوى بعض المنظومات من هذا النوع على مقاومات ذات قسمين أو ثلاثة أقسام ، بدلا من احتوائها على قسم واحد . وفى هذه الحالة يلزم لكل قسم مجموعة من التلامسات . ويبين شكلا ٨ - ٦٦ ، و ٨ - ٦٧ منظما زيادة سرعة المحرك بسرعة كبيرة .

إذا حدث تعدد للحمل على المحرك ، بأى درجة ، فإن جذب الملف الحاجز قد يتسبب فى فتح التلامسين ووضع المقاومة فى الدائرة . ويظل المحرك دائرا بهذا الشكل حتى يزول تعدى الحمل ، أو الى أن تزداد سرعة المحرك الى قيمة ، تنخفض معها قيمة التيار . ومن ناحية أخرى ، إذا خف الحمل على المحرك ، فإن جذب ملف القفل سوف يغلق التلامسين ، مما يؤدي الى زيادة سرعة المحرك بسرعة كبيرة .

#### التلامس المحجوز أو الملف الواحد

يشبه التلامس ذو الملف الواحد الموصل ذا الملفين من حيث أنه تتكون دائرتان مغناطيسيتان عندما يمر التيار فى الملف . وعندما يمر تيار زائد فى الملف يتكون مجال مغناطيسى قوى ، يعمل على حفظ التلامسات مفتوحة .

ومن ناحية أخرى ، فإنه إذا كان التيار المار في الملف عاديا ، فإن المجال المغناطيسي سوف يقلل التلامسات .

يبين شكل ٨ - ٦٨ هذا الملامس . لاحظ أنه يوجد ممران مغناطيسيان ، أحدهما خلال القطعة الطرفية ب والآخر التوصيلة المعدنية ج ، وهي التي يوضع حولها غلاف نحاسي . عند مرور تيار كبير في الملف ، تنشأ دائرة مغناطيسية قوية خلال القطعة الطرفية ، فتتجذب إلى الجزء الممتد من قاعدة الملف ، وبذلك تحفظ التلامسين مفتوحين . وعندما يقل التيار المار ، يصبح المجال المغناطيسي المار عند ج أكثر قوة ، مما يؤدي إلى قفل التلامسين . ويعمل الغلاف النحاسي على الحد من قوة المجال المغناطيسي المار عند ج إذا كان التيار المار كبيرا ، فيمر تبعا لذلك معظم المجال المغناطيسي خلال القطعة الطرفية .

توجد أنواع أخرى عديدة من الملامسات الحاجزة ذات الملف الواحد ، ولكنها كلها تعمل بنفس الطريقة ، على أساس الفرق المغناطيسي بين نقطتين .

يتضح من مراجعة الأشكال ٨ - ٦٩ أ ، و ٨ - ٦٩ ب ، و ٨ - ٧٠ أنه عند الضغط على زر البدء ، تقفل التلامسات الرئيسية ، وتتكون دائرة من الموجب خلال الملف الحاجز ، فدائرة المنتج ، ثم إلى الخط السالب . وبعد أن يقل التيار الابتدائي العالي ، وتزداد سرعة المحرك ، تصبح قيمة التيار المار بالمف بحيث تساعد على سرعة قفل التلامسات ، فتقطع المقاومة من الدائرة . وعندئذ يصبح ممر التيار خلال الملف الحاجز ودائرة المنتج إلى الجانب السالب .

يبين شكلا ٨ - ٧١ ، و ٨ - ٧٢ منظم توال محجوز ذا مقاومة بقسمين . وفيما يلي طريقة عمله :

عند الضغط على زر البدء يقفل التلامسان الرئيسيان . وتتكون حينئذ دائرة من الجانب الموجب خلال د ، وخلال الملف الحاجز أ ، إلى ر ، فالمنتج ، ثم إلى الجانب السالب . عندما تقل قيمة التيار الابتدائي بدرجة كافية ، يقفل التلامسان ، ويقصران ر ، ويضعان الملف الحاجز ب في مكانه . وبذلك تصبح الدائرة خلال ب ، أ ، ر ثم المنتج . وعندما تزداد سرعة المنتج بدرجة كافية ، تهبط قيمة التيار مرة أخرى ، فيقفل التلامسان ب ، ويقصران ر خارج الدائرة ، بحيث يصبح الملف ب فقط على اتصال مع المنتج .



### المنظم المغناطيسى ذو الوقت المحدود

يجب أن يعمل المنظم ذو الوقت المحدود أيضا ، مثل باقى المنظمات الآلية ، على فصل مقاومة البدء على خطوات ، بحيث تزداد سرعة المحرك تدريجيا . وعلى كل حال ، فإن ملامسات زيادة السرعة فى هذا النوع من البادئات يعمل على أساس يختلف عن الأساس الذى تعمل عليه البادئات الأخرى .

يحتوى ملف الملامس على قلب حديدى يحيط به غلاف من النحاس . وعندما ينقطع مرور التيار فى الملف ، ينتج المجال المغناطيسى المتناقص تيارا تأثيريا فى الغلاف النحاسى ، مما يتسبب فى جعل القلب الحديدى يفقد المغناطيسية ببطء . وبذلك يمكن للقلب الحديدى أن يحتفظ بتأثيره على المنتج لبضع ثوان ، أو فى المدة التى تكون قد ازدادت فيها سرعة المحرك . ويكون التلامسان فى هذه الملامسات قفولين عادة . وعندما يتمغطس الملف يفتح التلامسان ، وعندما يفقد الملف مغطسته ، تمر بضع ثوان قبل أن يقفل التلامسان . ويمكن تحديد الوقت الذى يظل فيه التلامسان مفتوحين بضبط قيمة الشد فى اللولب الموجود على الملامس .

يبين شكلا ٨ - ٧٣ ، و ٨ - ٧٤ رسمين للتوصيلات السلوكية فى منظم تستخدم فيه هذه الطريقة فى زيادة السرعة . ويمتاز هذا البادئ على غيره بأن ازدياد السرعة لا يتوقف على سرعة المحرك أو التيار المار فيه . وطريقة عمله ، على حسب شكل ٨ - ٧٣ ، هى كما يلى :

عند الضغط على زر البدء يتمغطس ملف زيادة السرعة ، فيعمل على فتح تلامس زيادة السرعة وقفل التلامسين المساعدين ٣ . وهذا يؤدى الى تمغطس ملف الخط ، فيقفل تلامسا الخط والتلامس المساعد ٤ ، ويفتح التلامس المساعد ٢ ، وهو الذى يكون مقفلا عادة . وينشأ عن قفل تلامس الخط دائرة خلال المقاومة والمنتج . يعمل التلامس ٤ على حفظ تأثير ملف الخط ، بينما يؤدى فتح التلامس ٢ الى أن يفقد ملف تلامس زيادة السرعة مغطسته ، فيقفل تلامس زيادة السرعة بعد وقت محدود ، وبذلك يقصر المقاومة من الدائرة ، ويضع المحرك على التوازى مع الخط .

### المنظم المغناطيسى ذو الوقت المحدود وبزر متابعة

يمكن استخدام هذا المنظم بالمتابعة بعد تزويده بزر متابعة فى دائرة التنظيم . ويبين شكل ٨ - ٧٥ نفس البادئ المبين، بشكل ٨ - ٧٤ مع

إضافة زر متابعة . عند الضغط على زر المتابعة يتمغطس ملف زيادة السرعة ، فيحفظ تلامسا زيادة السرعة مفتوحين . وما دام الضغط على زر المتابعة مستمرا ، يظل التلامسان المساعدان مقفلين ، ويزودان ملف الحط بالتيار . وتقطع الدائرة الحافظة لهذا الملف عند رفع الضغط عن زر المتابعة .

### المنظم المغناطيسي ذو الوقت المحدود وبمقاومة ذات قسمين

يزود المنظم بمقاومة ذات قسمين في حالة المحركات الكبيرة . يبين شكل ٨ - ٧٦ بادئا مغناطيسيا ذا وقت محدود ، به ملامسان لزيادة السرعة . وطريقة التشغيل فيه تشبه أساسا طريقة التشغيل في المنظم المغناطيسي ذي الوقت المحدود ، فيما عدا أنه يستخدم ملامسين لزيادة السرعة بدلا من واحد ، فيقصر الموصل أ<sub>١</sub> المقاومة ر<sub>١</sub> خارج الدائرة ، بينما يقصر أ<sub>٢</sub> المقاومة ر<sub>٢</sub> خارج الدائرة . عند الضغط على زر البدء يتمغطس الملف أ<sub>١</sub> فتقف نقطة القفل أ<sub>١</sub> ، وهذا يؤدي الى مغطسة الملف أ<sub>٢</sub> ، الذي يقفل نقطة القفل أ<sub>٢</sub> . يفتح الملفان أ<sub>١</sub> ، أ<sub>٢</sub> الموصلين أ<sub>١</sub> ، أ<sub>٢</sub> ، بينما يؤدي القفل عند أ<sub>٢</sub> الى مغطسة الملف م ، وهو الذي يقفل بدوره التلامسين الرئيسيين . وتتكون حينئذ دائرة من الجانب الموجب خلال المقاومة ، فدائرة المنتج ، الى الجانب السالب . يفتح الملف م نقطة القفل م ( وهو الذي يفتح بدوره الدائرة التي تحتوي على الملف أ<sub>١</sub> ) ، فيتسبب في قفل الموصل أ<sub>١</sub> ، ثم قصر المقاومة ر<sub>١</sub> خارج الدائرة بعد ثوان قليلة . تفتح نقطة القفل أ<sub>١</sub> عندما يفقد الملف أ<sub>١</sub> مغطسته ، وتفتح الدائرة المحتوية على الملف أ<sub>٢</sub> ، وبعدها بوقت محدود تقصر المقاومة ر<sub>٢</sub> خارج الدائرة ، ويوصل المحرك على التوازي مع الحط .

### المنظم المغناطيسي ذو الوقت المحدود وبفرملة ديناميكية

يكون من المهم في أحوال كثيرة العمل على إيقاف محرك بسرعة ، وعدم تركه يدور حتى يقف من تلقاء نفسه . ويمكن الوصول الى ذلك اما بفرملة المحرك ميكانيكيا ، أو كهربيا ، أو استعمال الطريقتين معا . فتزود المضاعد والأوناش ، وعربات الترولي بفرامل ميكانيكية تعمل على إيقاف المحرك بسرعة . لمنع التآكل المتزايد في الفرامل ، وللمساعدة على سرعة إيقاف المحرك ، تصمم المنظمات المستعملة مع بعض هذه الآلات ، بحيث تمكنا من استخدام قدرة المحرك على توليد الكهرباء في الأغراض الفرملية ، وهذا هو ما يسمى بالفرملة ديناميكية .

سبق أن شرحنا أن المحرك يولد ق. د. ك. مضادة في الاتجاه للجهود المستعمل . وإذا فتحنا المفتاح الرئيسى ، بقصد إيقاف المحرك سوف يستمر فى الدوران ، ولكنه سوف يبطئ تدريجيا . وسوف يولد المحرك جهدا ، أثناء الفترة التى يستغرقها فى الدوران حتى يقف ، وذلك إذا لم ينقطع التيار عن ملفات المجال . فإذا وصل المنتج مع مقاومة خلال هذه الفترة ، فإن الجهد المتولد سوف يعمل على إمرار تيار فى المقاومة ، وفى المنتج ، فى الاتجاه الذى يتسبب عنه حدوث عزم دوران فى المحرك ، مضاد لاتجاه الدوران ، مما يؤدي الى سرعة إيقاف المحرك .

للحصول على ذلك ، يزود التلامس الرئيسى على منظم معد للفرملة ديناميكية بمجموعتين من التلامسات ، مجموعة من التلامسات المفتوحة عادة للخط الرئيسى ، ومجموعة أخرى من التلامسات المقفلة عادة للفرملة ديناميكية . عند الضغط على زر البدء ، يتمغنط الملف الحافظ ، فيقفل تلامس الخط الرئيسى ، ويفتح تلامس الفرملة ديناميكية ، كما هو مبين بشكل ٨ - ٧٧ . وعند الضغط على زر الإيقاف ، يفتح التلامسان الرئيسيان ، ويقفل تلامس الفرملة . ويمر التيار الذى يولده المحرك ، فى هذه الأثناء ، فى المقاومة ، وخلال المنتج ، كما هو مبين بشكل ٨ - ٧٨ . وسوف يؤدي هذا الى توليد عزم دوران فى الاتجاه المضاد ، مما يعمل على سرعة إيقاف المحرك .

يبين شكل ٨ - ٧٩ رسما لبادئ مغناطيسى ذى وقت محدود ، مع اضافة مقومات الفرملة ديناميكية . لاحظ أن الفارق الوحيد بين هذا وشكل ٨ - ٧٤ ، هو اضافة مقاومة ، توصل على التوازي مع المنتج ، وتوصيل ملفات التوازي مباشرة على الخط .

### المنظم الميكانيكى ذو الوقت المحدود

يمكن زيادة سرعة المحرك باستخدام أجهزة ميكانيكية أيضا ، ذات وقت محدود . وهذا يمكن عمله بوساطة العجلة الموقته بوعاء الاحتكاك ، وبوساطة العجلة الموقته بالتروس .

### عجلة وعاء الاحتكاك

يتكون أحد أنواع أجهزة وعاء الاحتكاك من ملف ، يمكن لفه من الحديد أن يرتفع بداخله ، إذا تمغنط الملف . ويرتفع المغنطس فى الأحوال العادية بسرعة كبيرة ، فإذا توصلنا الى جعله يصعد ببطء ، أمكن استعماله لقطع وحدات المقلومة من دائرة المحرك فى وقت

ملعوم ، والعمل بذلك على اعطاء المحرك عجلة تدريجية . وللموصول الى ذلك يجب ربط الجزء اسفلى من الغاطس مع مكبس يجب أن يرتفع فى أسطوانة ممتلئة بالزيت أو الهواء . عندما يتمغطس الملف ، يتحرك المكبس الى أعلى بوساطة الغاطس ، وتكون حركته الى أعلى بطيئة ، اذ يجب عليه أثناء ذلك دفع الهواء أو الزيت من حيز الى حيز آخر فى اسطوانة الاحتكاك . تستخدم هذه الحركة البطيئة فى قصر المقاومة على خطوات ، كما يظهر فى شكل ٨ - ٨٠ . يبين شكل ٨ - ٨١ رسماً لتوصيل الأسلاك فى بادئ يستخدم فيه هذا النوع من العجلة ، وفيما يلي طريقه عمله :

عند انضغط على زر البدء تكمل دائرة تحتوى على ملف التلامس الرئيسى ، فيقفل انتلامسان الرئيسيان . وعندئذ تتكون دائرة من الموجب خلال التلامسين الرئيسيين ، فالمقاومة بأكملها ، فملفات التوالى ، ثم الى السائب ، وبذلك يبدأ المحرك دورانه ببطء . يقفل تلامس مساعد على المفتاح الرئيسى ، فيتغطس ملف وعاء الاحتكاك ، مما يتسبب فى جعل الغاطس يرتفع ببطء ، عاملاً على قفل التلامسين أولاً ، لأن المسافة بينهما هى أقصر مسافة فى المجموعة . ثم تقفل التلامسات الأخرى بالتتابع ، قاطعة بذلك المقاومة ، وعاملة على سرعة زيادة المحرك ، تدريجياً .

### العجلة الموقفة بالتروس

يشبه موقت التروس موقت وعاء الاحتكاك ، من حيث انه يحتوى على غاطس يتحرك الى أعلى ، عند تمغطس الملف الموجود حوله . ويتكون الموقت بطريقة ، تجعل أصابع تلامس متعددة تعمل التلامس المطلوب بالتتابع ، كلما ارتفع الغاطس . ويحدث التحكم فى مقدار الوقت الذى يمضى بين حدوث القفل عند اصبعين متتاليتين بواسطة بتداول بصميط عبيه برقاص الساعة . عند ارتفاع الغاطس ، تحاول أصابع العجلة أن تقفل ، وهذا ينتج عزم دوران فى تروس الجهاز ، فيتسبب فى جعلها تدور . ويصل الرقاص على دوران التروس بسرعة محددة فقط ، بحيث تقفل أصابع العجلة على فترات محددة بالتتابع . يبين شكلاً ٨ - ٨٢ أ ، و ٨ - ٨٢ ب هذا النوع من المنظمات

يتغطس الجزء العلوى من الملف عن طريق نقطة قفل تكون عادة مقفلة ، وذلك عند انضغط على زر البدء . وعندما يقفل تلامساً الحط تفتح نقطة القفل ، فيدخل بذلك الجزء اسفلى من الملف فى الدائرة الحافظة . تقفل أصابع العجلة فى الموصل ذى الأصابع المتعددة بالتتابع وتتوصل المحرك على التوازي مع الحط .

## موقف التروس بالفرملة ديناميكية

يبين شكل ٨ - ٨٣ نوعا آخر من البادئات ، يشبه الرسم فى شكل ٨ - ٨٢ ، ولكن تستخدم فيه الفرملة ديناميكية . وتستخدم مقاومة البدء فى دائرة الفرملة ديناميكية وذلك للمساعدة على الفرملة . عند الضغط على زر البدء يتمغطس الملف ، فيقف التلامسان الرئيسيان على التو ، ويفتح تلامسا الفرملة ديناميكية ٤ . وبذلك يمر التيار من الموجب خلال التلامس ١ ، فالمقاومة بأكملها ، فالمحرك ، ثم الى السالب . ويعمل جهاز التروس الموقت على قفل التلامسين ٢ ، ٣ بالتتابع ، وتوصيل المحرك على التوازي مع الحظ . عند الضغط على زر الايقاف تفتح التلامسات ١ ، ٢ ، ٣ ويقفل التلامس ٤ ، عاملا على وضع مقاومة البدء على التوازي مع المنتج ، لكى يقف المحرك . ويمنع متمم الفرملة ديناميكية الملف من أن يقفل ، حتى يتوقف المحرك عن الدوران تماما .

## المنظم الأسطوانى

المنظمات الاسطوانية عبارة عن مفاتيح يدوية تستعمل فى عربات التروولى، والابوناش ، وآلات الورش ، وغيرها من الاستعمالات التى يكون من الضرورى فيها قطع مقاومة من دائرة محرك . ويستخدم النوع العام من المفتاح الاسطوانى عادة فى البدء وعكس اتجاه الدوران . ويمكن أن تصمم هذه المفاتيح لكى تقوم بعمليات أخرى أيضا مثل الفرملة ، وبزيادة السرعة عن طريق ملفات المجال . ويشبه المنظم الأسطوانى فى مظهره العام المفتاح الأسطوانى العاكس ، الذى سبق شرحه فى هذا الباب ، فيما عدا أنه أكبر ويحتوى على تلامسات أكثر . ويوجد بداخل المفتاح أسطوانة ، عليها عدد من التلامسات ، كل منها معزول عن الآخر ومعزول عن الاسطوانة . ويطلق على هذه التلامسات اسم التلامسات المتحركة . ويوجد أيضا مجموعة من التلامسات الثابتة موضوعة بداخل المنظم ، ولكنها ليست على الاسطوانة التى تدور ، وهى مرتبة بحيث يحدث التلامس بينها وبين التلامسات الموجودة على الاسطوانة ، عند ادارتها . ويوجد بأعلى المنظم يد ، يمكن تحريكها فى اتجاه عقربى الساعة ، أو فى عكس اتجاه عقربى الساعة ، على حسب اتجاه دوران المحرك . ويمكن حفظ اليد عند أى موضع ، اما فى الاتجاه الأمامى ، واما فى الاتجاه العكسى ، وذلك بوساطة درفيل وعجلة ذات مجار . عند المواضع المتتالية لليد ، يسقط الدرفيل فى أحد مجارى العجلة ، ويحفظ الاسطوانة من الحركة فى أى الاتجاهين ، الى أن يحركها العامل .

تحدث أقواس كهربية عادة عند تحريك التلامسات من وضع الى آخر ، وتستعمل ملفات أطفاء في كثير من المنظمات لتقليل حدوث الأقواس الكهربائية ، وتوضع حواجز مصنوعة من الاسبستس ، أو أى مادة أخرى تتحمل الحرارة العالية ، بين التلامسات ، لمنع حدوث أقواس كهربية بينها . وتمنع هذه الحواجز أيضا دوائر المقصر الى تنتج من حدوث الأقواس الكهربائية . ويمكن إزالة هذه الحواجز بسهولة واستبدالها .

يبين شكل ٨ - ٨٤ منظما أسطوانيا بسيطا ذا مقاومة بقسمين . ويبين الرسم المنظم وهو مفرد . توجد مجموعتان من التلامسات المتحركة ومجموعة واحدة من التلامسات الثابتة . للدوران فى الاتجاه الأمامى تتلامس مجموعة من التلامسات المتحركة مع مجموعة التلامسات الثابتة . وللدوران فى الاتجاه العكسى ، تدخل المجموعة الأخرى من التلامسات المتحركة فى الدائرة لاحظ أنه توجد ثلاثة مواضع أمامية ، وثلاثة مواضع عكسية ، يمكن ضغط اليد عليها .

فيما يلى طريقة عمل المنظم :

فى الوضع الأول ، تتلامس الأصابع المتحركة أ ، ب ، ج ، د فى شكل ٨ - ٨٤ مع التلامسات الثابتة ٧ ، ٥ ، ٤ ، ٣ ، فيمر التيار من ٧ الى أ ، ثم الى ب ، ثم الى ٥ ، ثم خلال المنتج الى ٤ . ويمر التيار من خلال ج ، د الى ٣ ، ثم فى المقاومة كلها الى ملفات التوالى ، ثم الى الجانب السالب ، حسب التوصيلات المبينة فى شكل ٨ - ٨٥ . وفى الموضع الثانى يقطع جزء من المقاومة خارج الدائرة . وفى الموضع الثالث تخرج المقاومة كلها من الدائرة ، ويصبح المحرك موصلا على التوازي مع الخط . ملفات التوازي موصلة على الخط مباشرة طوال الوقت .

### تحديد الحلال وإصلاحه

تشبه طريقة تحديد الحلل فى منظمات التيار المستمر الطريقة المستعملة مع منظمات التيار المتردد ، وبذلك تكون مراجعة الباب الخامس ، منظمات التيار المتردد ، مفيدة جدا فى المساعدة على تحديد الحلل فى منظمات التيار المستمر المغناطيسية . وفيما يلى العيوب المعتادة التى تحدث فى منظمات التيار المستمر .

١ - اذا لم يلد المحرك بعد تحريك اليد عدة خطوات ، فقد يكون العيب :

( أ ) احتراق المصهر .

( ب ) فتح فى وحدة من وحدات المقاومة . اختبار المقاومة بوضع طرفى دائرة اختبار على نقط التلامس المتجاورة . يجب أن يضىء المصباح فى هذه الحالة ، واذا لم يضىء ، فمعنى هذا أن المقاومة بين النقطتين مفتوحة .

( ج ) ضعف التلامس بين الذراع ونقط التلامس ، وفى هذه الحالة قد تحدث أقواس كهربية .

( د ) خطأ التوصيلات فى البادىء : يمكن أن يحدث هذا مع الصناديق ذات الأربع النقط ، عند توصيل البادىء لأول مرة ، فاذا لم تكن نهايتا الخط موصلتين على الوجه الصحيح ، فإن المحرك سوف لا يدور ، ولكن اليد سوف تظل فى مكانها عند تحريكها الى آخر نقطة .

( هـ ) قطع فى الأسلاك قد يتسبب فى فتح دائرة المنتج أو دائرة ملفات المجال .

( و ) الجهد المستعمل منخفض .

( ز ) الحمل زائد عن الحد .

( ح ) تفكك أو وسادة فى توصيلات النهايات .

( ط ) فتح فى دائرة الملف الحافظ فى صندوق ذى ثلاث نقط . سوف يؤدي هذا الى حدوث فتح فى دائرة ملفات المجال .

٢ - اذا لم تثبت اليد فى مكانها عند وصولها الى آخر نقطة ، فقد يكون العيب :

( أ ) فتح فى دائرة الملف الحافظ بسبب احتراق انتلامسات ، أو قطع التوصيلات اليها ، أو ضعف التلامس عندها .

( ب ) انخفاض الجهد .

( ج ) ملف مقصور .

( د ) خطأ فى التوصيل .

( هـ ) فتح تلامس تعدى الحمل .

- ٣ - اذا انفجر المصهر عند تحريك اليد ، فقد يكون العيب :
- ( أ ) حدوث تماس أرضى مع وحدات المقاومة ، أو التلامسات ، أو الأسلاك .
- ( ب ) تحريك اليد بسرعة زائدة .
- ( ج ) فتح فى دائرة ملفات المجال على صندوق البدء . وفى الصندوق ذى الثلاث النقط قد يكون العيب فى الملف الحافظ .
- ( د ) المقاومة مقصورة خارج الدائرة .
- ٤ - اذا ازدادت سخونة صندوق البدء ، فقد يكون العيب :
- ( أ ) تعدى الحمل على المحرك .
- ( ب ) تحريك اليد ببطء كبير .
- ( ج ) قصر بعض وحدات المقاومة أو بعض التلامسات .
- ٥ - عند استعمال مفتاح مغناطيسى مع البادى اليدوى ، ارجع الى العيوب الموجودة فى آخر الباب الخامس .



८१.

## الباب التاسع

### المحركات العامة وذات القطب المظلل ومحركات المراوح

تستخدم المحركات التى سنقوم بشرحها فى هذا الباب فى استعمالات مختلفة ، تشد إليها الحاجة فى هذه الأيام .

#### المحركات العامة

المحرك العام هو محرك يمكن تشغيله اما بالتيار المستمر ، أو بتيار متردد ذى وجه واحد ، بنفس السرعة تقريبا . ويشيع استعمال المحركات ذات القدرة الكسرية الحصان من هذا النوع ، وتستخدم فى الاستعمالات المنزلية مثل خالطات الطعام ، والمثاقب ، وآلات الخياطة .

المحركات العامة هى محركات توال ، ولها عزم دوران ابتدائى كبير ، كما أنها متغيرة السرعة . وهى تدور بسرعة تبلغ فى ارتفاعها درجة الخطورة عندما لا تكون محملة ، وهى تثبت لذلك عادة مع الجهاز الذى تقوم بإدارته .

تستعمل أنواع عديدة من المحركات العامة فى هذه الأيام ، ويشبه النوع الأكثر شيوعا محرك توال صغير ذا قطبين بارزين ، مثل محركات التيار المستمر . ويوجد نوع آخر من المحركات العامة يحتوى على ملفات مجال موزعة فى مجار ، تماما مثل المحرك ذى الوجه المشطور . وتصنع هذه المحركات عادة بأحجام تتفاوت من  $\frac{1}{4}$  حصان ، ولكن يمكن الحصول عليها بأحجام أكبر من ذلك كثيرا للاستعمالات الخاصة .

لما كان المحرك العام يشبه محرك التوال للتيار المستمر من نواح كثيرة ، فمن المستحسن أن يراجع الطالب أولا الباب السادس ، ملفات المنتج للتيار المستمر ، والباب السابع ، محركات التيار المستمر ، وذلك قبل دراسة هذا الباب .

### تكوين المحرك العام

يتكون المحرك العام ذو الأقطاب البارزة من الأجزاء الآتية :

- (١) الاطار ، (٢) قلب المجال ، (٣) المنتج ، (٤) الغطاءان الجانبيان .
- الاطار عبارة عن غلاف من الصلب أو الألومنيوم أو الحديد الزهر ، وهو يشبه ذلك الذى فى شكل ٩ - ١ ، وهو من الكبر بحيث يكفى لحمل رقائق قلب المجال . وتثبت أقطاب المجال فى الاطار عموما بواسطة مسامير بصواميل تنفذ فيه وغالبا ما يكون الاطار جزءا مكملًا للآلة التى يحملها .
- ويتكون قلب المجال ، المبين مع أجزاء المحرك الأخرى بشكل ٩ - ٢ ، من رقائق تضغط معا جيدا ، ثم تربط بواسطة مسامير برشام أو مسامير بصواميل . وكما هو مبين بشكل ٩ - ٣ ، تصمم الرقائق بحيث تحتوى على قطبى المجال لمحرك ذى قطبين .

المنتج شبيهة بمنتج محرك تيار مستمر صغير ، وهو يتكون أساسا من قلب من الرقائق ، يحتوى على مجار معتدلة ، أو مائلة ، وموحد توصل اليه أطراف ملفات المنتج . وكل من القلب والموحد مثبتان على العمود .

وكما هو الشأن فى كل المحركات ، يوجد الغطاءان الجانبيان على جانبي الاطار ويحفظان فى مكانهما بواسطة مسامير قلاووظ . ويحتوى الغطاءان على الكرسيتين ، وهما عادة بلى أو ذوا جلبة ، ويدور فيهما عمود المنتج . ويحتوى كثير من المحركات العامة على غطاء جانبى ، يصب كجزء من الاطار ، وبذلك يمكن رفع غطاء جانبى واحد فى هذا النوع من المحركات . تثبت حوامل الفرشاة بالمسامير عادة فى الغطاء الجانبى الامامى ، كما هو مبين بشكل ٩ - ٤ .

### طريقة تشغيل المحرك العام

يتكون المحرك العام بحيث انه عند توصيل المنتج مع ملفات المجال على التوالى ، وتمرار التيار ، تتفاعل خطوط القوى المتولدة بوساطة ملفات المجال ، مع خطوط القوى المتولدة من المنتج ، بحيث ينتج دوران . وهذا صحيح سواء أكان التيار مترددا أم مستمرا .

### إعادة لف ملفات المجال

المحركات العامة كلها تقريبا ذات قطبين ، ولذلك فهى تحتوى على ملفى مجال . وكما هى الحال فى محركات التوالى للتيار المستمر ، تتكون ملفات

أقطاب المجال من عدد صغير نسبيا من لفات السلك . وعلى ذلك فان وجود مئات قليلة من الملفات فى كل ملف يقابل وجود بضعة آلاف من الملفات فى الملف ، فى حالة ملفات التوازي .

إذا أردت عمل ملفات مجال عديدة ، اتبع الطريقة الآتية :

ارفع الملفات أنقديمة من القلب ، وتكون محفوظة فى مكانها عادة بوساطة عمودين صغيرين ، كل منهما محشور فى ثقب صغير على أحد جانبي القلب ، كما هو مبين بشكل ٩ - ٥ ، ويجب رفعهما أولا . وتحفظ بعض ملفات المجال فى مكانها على القلب بوساطة مشبك رقيق من الحديد ، يمتد من أحد جانبي الملف الى الجانب الآخر ، كما هو مبين بشكل ٩ - ٦ . وفى بعض الأحيان توضع قطعة من الفبر بين ملفي المجال ، كما هو مبين بشكل ٩ - ٧ . يبين شكل ٩ - ٨ منظراً للملفات المجال .

ارفع الشريط من فوق الملفات ، ثم سجل مقاس السلك وعدد الملفات فى كل ملف . يكون عازل السلك عادة من المينا أو الفورمفار . استعمل نفس مقاس السلك ونفس نوع العازل .

ابسط الملف على شكل مستطيل مثل ما هو مبين بشكل ٩ - ٩ ، وذلك لعمل ضبعة للملف الجديد . قبل أخذ المقاسات لعمل الضبعة ، أزل كل الشريط المغطى للملف ، لكى يكون مقاس الملف الجديد مثل الملف القديم ، لأن الملف الجديد اذا كان أصغر قليلا ، فسوف تجد مشقة فى وضعه على القلب . ومن ناحية أخرى اذا كان الملف كبيرا ، فقد يشغل حيزا أكثر من اللازم ، وربما يمنع ربط الغطاء الجانبى على الاطار .

اقطع قطعة من الخشب بالمقاس الداخلى للملف ، وسوف تكون هذه هى الضبعة التى سيلف عليها الملف الجديد . ولكى يسهل رفع الملف الجديد بعد لفه ، اجعل جوانب قطعة الخشب مسلوكة قليلا ، وضع عليها لفة واحدة من الورق العازل . ولحفظ الملف فى مكانه أثناء الملف ، اربط بالمسمار قطعتين جانبيتين على الضبعة ، كما هو مبين بشكل ٩ - ١٠ . ضع الضبعة على المخرطة أو على آلة اللف ، ولف العدد المضبوط من الملفات بالمقاس الصحيح للسلك على الضبعة . اربط الملف قبل رفعه ، مستعملا الشقوق الموجودة فى القطعتين الجانبيتين كدليل .

صل بنهايتى سلك الملف طرفين مرتين بوصلة مفتولة . تأكد من ربط الطرفين مع الملف لمنع شدهما عرضا . غط الملف بطبقة من الكامبرك المدهون

بالورنيش ، ثم لفه بطبقة من شريط انقطن ، كما هو مبين بشكل ٩ - ١١ .  
شكل الملف بحيث يشبه الملف الأصلي ، ثم اطله أو ادهنه بالورنيش . وبعد  
أن يجف ضعه على القلب ، واحفظه في مكانه بنفس الطريقة الأصلية .

إذا كان الملف محكما على القلب ، كن حريصا ألا تخدش جوانبه على  
القلب ، والا فان الأسلاك قد تتقطع ، أو تحدث تلامسا أرضيا . وقد أثبتت  
التجربة أنه من المستحسن وضع عازل عند جوانب الملف ، لمنع احتمال  
حدوث ذلك . لا تجذب الأطراف أثناء وضع الملفات في مكانها ، لأن هذا قد  
يؤدي الى تفككها ، أو قطع التوصيلات

### توصيل ملفات المجال والمنتج

توصل ملفات الاقطاب في المحرك العام على التوالى . مع مراعاة اختلاف  
القطبية في الأقطاب المتجاورة ، تماما كما هي الحال مع أقطاب أى محرك  
للتيار المستمر . وطريقة اختبار صحة القطبية في الاقطاب نفسها المستعملة  
مع أقطاب التيار المستمر ، أى الاختبار بالمسمار المبين بشكل ٩ - ١٢ ،  
أو طريقة البوصلة ، وهما أكثر الطرق تفصيلا . وهناك طريقة أخرى ، كما  
جاء في الباب السابع ، وتكون بتوصيل ملفى القطبين بأى شكل ، عكس  
طرفى أحدهما إذا لم يدر المحرك .

وكما هي الحال في كل المحركات ذا انقطبين ، يوصل ملفا القطبين  
على التوالى بالطريقة المبينة فيما سبق ، ثم يوصلان على التوالى مع المنتج ،  
كما هو مبين بشكل ٩ - ١٣ . يبين شكل ٩ - ١٤ أن أحد الطرفين  
الموصلين الى الخط يأتى من المنتج ، والطرف الآخر يأتى من ملفات المجال .  
شكل ٩ - ١٥ يبين طريقة أخرى لتوصيل المحرك العام ، بتوصيل  
المنتج بين ملفى انقطبين ، فتوصل نهاية الملف الأول مع أحد طرفى المنتج ،  
ويوصل الطرف الثانى للمنتج مع ملف القطب الثانى .

### عكس اتجاه الدوران فى المحرك العام

فى المحرك العام ذى الأقطاب المتبارزة ، يعكس اتجاه الدوران ، بعكس  
اتجاه مرور التيار ، اما فى ملفات المجال ، أو فى المنتج . والطريقة المتبعة  
عادة تكون بتبديل توصيل الأطراف على حوامل الفرش . يبين شكل  
٩ - ١٦ توصيل هذا المحرك للدوران فى اتجاه عقربى الساعة ، بينما يبين  
شكل ٩ - ١٧ التوصيل للدوران فى عكس اتجاه عقربى الساعة .

يؤدي عكس اتجاه الدوران في كثير من المحركات العامة ، وخصوصا تلك التي لا يمكن نقل حوامل الفرش فيها ، الى حدوث أقواس كهربية ، وشرر عنيف عند انفرش ، وذلك لأن معظم هذه المحركات مصنوعة لاستعمال معين ، وملفوفة للدوران في اتجاه واحد ، فيؤدي عكس اتجاه الدوران الى عدم وجود الفرش في موضع التعادل . والطريقة الوحيدة لعكس اتجاه الدوران في هذه المحركات ، بدون حدوث شرر ، تكون باعادة توصيل الأطراف على الموحد بما يناسب الحالة الجديدة . وسوف نقوم بشرح هذا بالتفصيل فيما بعد .

### لف المنتج

تلف منتجات المحركات العامة بنفس الطريقة التي تتبع مع منتجات محركات التيار المستمر الصغيرة . وكما هي الحال مع أى منتج أو عضو ثابت ، تكون الخطوة الأولى في اعادة اللف هي ضمان الحصول على معلومات دقيقة وافية فيما يختص بالملفات القديمة ، وذلك لكي يتمكن القاسم بالتصليح من اعادة لف المنتج بالعدد الصحيح لللفات ، وخطوة اللف ، وترحيل الأطراف ، ومقاس السلك .

### أخذ المعلومات :

قبل أخذ المعلومات من المنتج ، توجد بعض حقائق خاصة بالمحركات العامة ، ومفيدة في هذا الصدد ، وسوف تساعدك في جمع المعلومات الضرورية ، وهذه هي :

كل المحركات العامة ذات القطبين انطباقية اللف ، بحيث يكون الطرفان الابتدائي والنهائي لكل ملف موصلين الى قضيبى موحد متجاورين ، كما في شكل ٩ - ١٨ ويكون لف معظم المحركات أيضا بخية ، كما في شكل ٩ - ١٩ . بعد لف أحد الملفات تعمل بخية ، ثم يلف الملف الذي يليه . تحتوى كل منتجات المحركات العامة تقريبا على ملفين لكل مجرى ، ويكون عدد قضبان الموحد ضعف عدد المجارى . وهذا يعنى أيضا نه توجد خيتان لكل مجرى . وتوجد أيضا محركات بمنتجات ذات ملف أو ثلاثة ملفات لكل مجرى ، ولكننا سنخصص هذا الباب لشرح المنتجات التي تحتوى على ملفين لكل مجرى .

اتبع الطريقة الآلية في أخذ المعلومات من منتج محرك عام : عد وسجل على لوحة معلومات عدد المجارى ، وعدد قضبان الموحد . مد خيطا أو أى

حد مستقيم من منتصف مجرى لتري ما اذا كان على استقامة أحد القضبان أو الميكات . سجل هذا على لوحة المعلومات بعمل رسم كالمبين بشكل ٩ - ٢٠ . أوجد خطوة الملف بعد المجارى بين جانبي الملف ، وسجلها على لوحة المعلومات ( ١ ، ٦ ) أو ( ١ ، ٧ ) على حسب الحال . وخطوة ملفات المنتج تكون ، فى حالة المحرك ذى القطبين ، نصف عدد المجارى تقريبا .

### ترحيل الأطراف

كل المعلومات التى سجلت حتى الآن ، تم الحصول عليها بدون رفع أى سلك من المنتج . تجمع باقى المعلومات أثناء حل المنتج ، ويكون مقدار ترحيل الأطراف هو أهم ما يجب الحصول عليه أولا ويجب أن يكون ذلك أقرب ما يكون الى الحقيقة ، وإن كان الحصول على معلومات دقيقة فى هذا الشأن صعبا جدا ، بسبب انورنيش الموجود على الملفات . وهذه المعلومات مهمة اذا أردنا الحصول على تشغيل بدون شرر .

فيما يلى الطريقة التى تتبع لمعرفة الترحيل المضبوط للأطراف :

حل عدة ملفات بعناية ، وعلم على الموحد مكان الطرفين الابتدائي والتهائي للملفين متجاورين على الأقل . كذلك عند حل ملف عند الحية ، علم مجرى الملف وقضيب الموحد بعلامة خفيفة بزمنة ، وسجل ما اذا كانت هذه الحية خاصة بالملف الأول أو الثانى من الملفين فى المجرى . وشكل ٩ - ٢٢ يوضح هذه الطريقة . تظل أطراف الملفات عند اخراجها من المجارى موصلة الى القضبان ، وترفع منها أثناء حل كل ملف . فعند اخراج الملف ٧ ، يمكن رؤية أن أنطرف الابتدائي لهذا الملف موصل الى قضيب الموحد ٣ ، وهو يبعد ثلاثة قضبان الى يمين المجرى الموجود به الملف ٧ . وحينئذ يجب وضع علامات على قضيب الموحد ، والمجربين اللذين يوجد بهما الملف ، ثم يسجل هذا كله على لوحة المعلومات ، مع عمل رسم مثل ذلك الذى فى شكل ٩ - ٢٢ . وقد افترضنا فى هذه الطريقة أنه يمكن حل الملفات ، مع أن هذا قد يكون مستحيلا فى بعض المنتجات ، بسبب وجود الورنيش على الملفات .

عند إعادة لف هذا المنتج ، يوضع الملف الأول فى المجربين الموضوع عليهما العلامة ، ويوضع الطرف الأول فى القضيب ٣ ، ثم تأتى كل الحيات بعد ذلك بالتتابع .

يتضح من شكل ٩ - ٢٢ أن الأسلاك تحل فى اتجاه عقربى الساعة ، وهذا يعنى أن الملفات قد تم لفها فى عكس اتجاه عقربى الساعة . سوف

يلاحظ كذلك أن الملفات تتقدم الى ناحية اليسار ، وهذا كله يجب تسجيله .  
يمكن الحصول على عدد الملفات فى الملف أثناء حله ، ويقاس مقطع السلك  
بوساطة معابر سلك ، أو ميكرومتر .

تكون المنتجات عادة مدهونة بالورنيش ومحخصة لدرجة تجعل من  
الصعب جدا حل الملفات . وهذا ينطبق خاصة على الملفات العلوية . وفى  
هذه الحالة تقطع الملفات الأربع أو الخمس الأولى ، أو أكثر من ذلك ، حتى  
نستطيع الوصول الى ملف يمكن حله . وإذا كانت الملفات محترقة أو  
متفحمة ، فإن عملية الحل تصبح عادة سهلة . والملفات اللازم حلها ، هى  
التي تكفى فقط للحصول على المعلومات الضرورية ، أما باقى الملفات ،  
فيمكن قطعها وسحبها . ويجب رفع جميع الحواير قبل حل الملفات .

### استعمال الزوام للحصول على ترحيل الأطراف

إذا لم يكن المنتج مقصورا ، أو مفتوحا ، فيمكن استعمال طريقة أبسط  
للحصول على مقدار ترحيل الأطراف . وفيما يلى هذه الطريقة :

ضع المنتج على الزوام ، كما هو مبين بشكل ٩ - ٢٣ . فإذا كان أحد  
الملفات مقصورا ، فسوف يهتز سلاح منشار يدوى عند وضعه فوق المجرى  
الموجود به الملف المقصور . وإذا كان هناك ملفان مقصوران ، فسوف ينتج  
نفس التأثير فوق مجريين . وهذا هو الأساس المستخدم للحصول على  
ترحيل الأطراف .

اصنع دائرة قصر على قضيبين بوساطة قطعة من السلك ، ثم حدد بوساطة  
سلاح منشار يدوى المجرى الذى يجعل السلاح يهتز . أدر المنتج بحيث  
يصبح هذا المجرى الى أعلى . اصنع دائرة قصر على القضيبين التاليين ،  
ولاحظ ما إذا كان سلاح المنشار اليدوى يهتز فوق نفس المجرى ، فإذا  
حدث هذا ، علم القضبان الثلاثة التى استخدمت فى هذا الاختبار ، وكذلك  
علم المجارى التى بها الملفات المتسببة فى جعل السلاح يهتز .

بعد تسجيل كل المعلومات ، يحل المنتج بأكمله ، ويزال كل العازل  
القديم . يستعمل عازل جديد بنفس السمك ، ولكنه يقطع بحيث يمتد  
فوق المجارى حوالى  $\frac{1}{4}$  بوصة وعلى كل من جانبي المجرى حوالى  $\frac{1}{4}$   
من البوصة .

من المهم اختبار الموحد للكشف عن القصورات وانفتحات قبل وضع  
الملفات الجديدة ، وفتح مجار فى القضبان لوضع الخيات فيها . تأكد من  
أن عرض المجارى فى قضبان الموحد يساوى قطر سلك ملفات المنتج .



### طريقة الملف

تشبه طريقة إعادة لف المنتج في محرك عام الطريقة التي أوردناها في الباب السادس . وهذه الطريقة باختصار هي :

ابدأ بأى مجرى ، ولف العدد المطلوب من الملفات فى المجريين بالخطوة الصحيحة ، ثم اصنع خية . لف نفس عدد الملفات فى نفس المجريين كما فعلت مع الملف الاول ، ثم اصنع خية أخرى . لف الملفين التاليين مبتدئاً بالمجري التالى . غير أطوال الخيات حتى يمكن التعرف على الاطراف عند وضعها فى قضبان الموحد . يمكن تمييز الاطراف أيضاً باستعمال أغلفة على الطرف بألوان مختلفة .

سوف تجد فروقا طفيفة فى المحركات المختلفة ، فمثلا ، تلف الملفات على بعض المنتجات فى اتجاه عقربى الساعة ، وفى بعضها الآخر تلف فى عكس اتجاه عقربى الساعة ، وبالإضافة الى ذلك قد يكون تقدم الملفات فى اتجاه اليمين أو يكون فى اتجاه اليسار . وفى بعض المنتجات تكون أطراف الملفات أمام الملفات ، وفى بعضها الآخر تكون فى الخلف أو ناحية الطارة . وكذلك قد تكون الاطراف فى بعض المنتجات على الجانب الايسر من الملفات ، وتكون فى بعضها الآخر على الجانب الايمن . وخير طريقة يمكن اتباعها ، هى أن تعيد لف المنتج بنفس الطريقة الاصلية التى كان ملفوفا بها بالضبط . فاذا كانت ملفات المنتج ملفوفة فى الاصل فى اتجاه عقربى الساعة ، كما فى شكل ٩ - ٢٤ ، أعد لفها بهذه الطريقة . واذا كانت الملفات ملفوفة فى عكس اتجاه عقربى الساعة ، أعد لفها فى هذا الاتجاه ، كما هو مبين بشكل ٩ - ٢٥ . واذا كانت الاطراف أو الخيات موضوعة أصلا على الجانب الايمن من الملفات ، كما هو مبين بشكل ٩ - ٢٦ ، أعد لفها بهذا الشكل . وهذا ينطبق أيضا على الخيات فى حالة وجودها على الجانب الايسر من الملفات ، كما فى شكل ٩ - ٢٧ .

فى بعض الاحيان تكون أطراف ملفات المنتج موجودة فى الناحية الخلفية من المنتج ، كما هو مبين بشكل ٩ - ٢٨ ، وفى هذه الحالة تمرر الاطراف خلال المجارى الى الناحية الامامية ، حتى يمكن توصيلها الى الموحد .

### موضع الاطراف فى الموحد

من المهم أن يكون وضع الاطراف فى الموحد تماما كما كان فى الملفات الاصلية . فاذا وضعت الاطراف بعيدا عن مكانها الاصلى بقضيب ، أو قضيبين ، فسوف يحدث شرر شديد . ويتحدد موضع الاطراف عادة

باتجاه دوران المحرك ، وسوف يكون مختلفا مع أحد اتجاهى الدوران عنه مع اتجاه الدوران المضاد . وعلى كل حال ، تكون بعض المحركات العامة مصممة بحيث يمكن تشغيلها بنفس النتيجة فى أى الاتجاهين ، ولو أن معظمها مصنوع لكى يشتغل فى اتجاه واحد .

إذا كان المحرك مصمما للدوران فى اتجاه عقربى الساعة ، يوضع طرفا الملف عادة على بعد قضيبين أو ثلاثة الى يمينه ، كما هو مبين فى شكل ٩ - ٢٩ ، و ٩ - ٣٠ . فى حالة الدوران فى عكس اتجاه عقربى الساعة ، يوضع الطرفان عادة بعد عدة قضبان الى يسار الملف ، كما هو مبين فى شكل ٩ - ٣١ ، و ٩ - ٣٢ . وللدوران فى كلا الاتجاهين ، يجب توصيل الطرفين فى منتصف المسافة بين وضعى الدوران فى اتجاه عقربى الساعة وعكسه .

إذا كانت ملفات المنتج ملفوفة أصلا فى اتجاه عقربى الساعة ، وأعيد لفها فى عكس اتجاه عقربى الساعة ، فسوف يدور المحرك فى عكس الاتجاه ، ويحدث شرر شديد . عند عكس توصيل أطراف الفرش يدور المحرك فى الاتجاه العكسى ، ويتوقف حدوث الشرر .

### المحرك المعوض ذو المجال الموزع

يحتوى هذا النوع من المحركات العامة ، الذى تظهر أجزاؤه الرئيسية فى شكل ٩ - ٣٣ ، على عضو ثابت يشبه العضو الثابت للمحرك ذى الوجه المشطور ، كما يحتوى على منتج يشبه منتج المحرك ذى الاقطاب البارزة . ويوجد نوعان من المحركات العامة ذات المجال الموزع . أحد هذين النوعين يسمى المحرك المعوض ذا المجال المفرد ويحتوى على ملف واحد على العضو الثابت ، والثانى يدعى المحرك المعوض ذا المجالين ، وهو يحتوى على وحدتين من ملفات العضو الثابت .

يحتوى المحرك المعوض ، ذو المجال المفرد ، ذو القطبين ، على ملفات فى العضو الثابت تشبه الملفات الرئيسية لمحرك ذى وجه مشطور ، ذى قطبين ، وهى تلف فى مجارى العضو الثابت بنفس الطريقة . ويجب أن تكون قطبية الاقطاب المتجاورة فى المجال مختلفة ، وتوصل على التوالى مع المنتج . وتصنع المحركات اتنى من هذا النوع أيضا بأربعة أقطاب ، أو أكثر . لعكس اتجاه الدوران فى هذا المحرك ، بدل توصيل طرفى ملفات المجال أو المنتج ، وحرك الفرش فى عكس الاتجاه الذى سوف يدور فيه المحرك . ويكون

تحريك الفرش في حدود عدة قضبان عادة . ويحتوى المحرك المعوض ذو المجالين على وحدتين من الملفات فى العضو الثابت ، الملفات الرئيسية ، والملفات المعوضة ، وهى تشبه ملفات الحركة وملفات البدء فى المحرك ذى الوجه المشطور . وتوضع الوجدتان بحيث يكون بينهما ٩٠ درجة كهربيه . تستخدم الملفات المعوضة لتقليل جهد المفاعلة الذى يتولد فى المنتج عند تشغيله على اتيار المتردد . وينتج هذا الجهد بتأثير المجال المتردد ، وهو يقلل من جهد المنتج ، مما يؤدى الى حدوث فقد فى القدرة وفى السرعة .

### الحل واللف

عند حل الملفات فى محرك عام معوض ، يجب وضع علامات بدقة على المجارى ، وذلك حتى يمكن وضع الملفات الجديدة فى المجارى ، قطبا بعد قطب ، تماما مثل الملفات الاصلية . واذا حدث خطأ فى وضع الملفات الجديدة ، بحيث تنتقل من مكانها الاصلى بمجرى واحد ، فسوف يحدث شرر شديد . والعلاج الوحيد فى هذه الحالة يكون بتحريك الفرش ، أو باعادة الملف .

عند اعادة لف هذا المحرك توضع الملفات الرئيسية فى المجارى أولا ، ثم تأتى فوقها الملفات المعوضة ، مع ازاحتها ٩٠ درجة كهربيه . وتستعمل طريقة الملف بالحزمة ، أو على ضبعة عموما مع ملفات العضو الثابت . ويبين شكلا ٩ - ٣٤ ، و ٩ - ٣٥ رسما لمحرك معوض ذى قطبين . لاحظ أن الملفات الرئيسية ، وملفات التعويض ، والمنتج ، متصلة معا على التوالى .

تكون المحركات العامة الصغيرة عموما بقطبين ، فى حين تستعمل اربعة أو ستة أقطاب فى المحركات العامة الكبيرة . وتلف الاقطاب الرئيسية بملف أو ملفين لكل قطب ، بينما تحتوى ملفات التعويض على ثلاثة أو اربعة ملفات لكل قطب .

يبين شكل ٩ - ٣٦ رسما بيانيا لمحرك ذى قطبين يحتوى على ١٢ مجرى . ولعكس اتجاه الدوران فى هذا المحرك ، يبدل توصيل طرفى الملفات الرئيسية ، أو طرفى ملفات التعويض مع المنتج كوحدة واحدة ، وليس من الضرورى تحريك الفرش .

### تنظيم السرعة فى المحركات العامة

يمكن تنظيم السرعة فى المحرك العام بوساطة مقاومة موصلة على اتوائى مع المحرك ، أو باستعمال نقط تقسيم على ملفات المجال أو بوساطة جهاز طرد مركزى .

## طريقة المقاومة

تستخدم مقاومة صغيرة متغيرة ، للحصول على سرعة متغيرة في المحركات العامة الصغيرة كتلك التي تستخدم في آلات الخياطة ، كما هو مبين في شكل ٩ - ٣٧ . وتغير قيمة المقاومة الداخلة في الدائرة بالقدم بوساطة بدال ، وتتكون المقاومة من عمود الكربون ، أو من السلك .

وتستعمل طريقة أخرى للتحكم في سرعة المحركات العامة الصغيرة ، وهي مبينة في شكل ٩ - ٣٨ ، ويستخدم فيها مكعبان من الكربون يضغطان باليد معا بقوة للحصول على السرعة العالية . وعندما يبعد المكعبان عن بعضهما ببطء ، تقل قيمة التيار المار عن طريقهما ، وبذلك تبطئ سرعة المحرك . وتبدأ هذه المحركات دورانها بسرعة بطيئة جدا ، لان مفتاح السرعة يفصل مكعبي الكربون عن بعضهما عند البدء . وبتحريك المفتاح يزداد الضغط على مكعبي الكربون ، مما يؤدي الى زيادة التيار المار . وعندما ينفصل مكعبي الكربون عن بعضهما تماما ، تبقى مقاومة ثابتة في الدائرة ، كما هو مبين بشكل ٩ - ٣٨ . ويستعمل المكثف ، لتقليل حدوث قوس كهربية .

## ملفات المجال ذات نقط التقسيم

تغير السرعة في بعض المحركات العامة باستخدام نقط تقسيم موجودة على أحد ملفات المجال ، كما هو مبين بشكل ٩ - ٣٩ ، وبذلك يمكن تغيير قوى المجال ، مما يؤدي الى تغيير السرعة . ويكون ملف المجال مقسما الى عدة أقسام ، يختلف مقاس السلك في كل منها عن الآخر ، ويخرج من كل قسم طرف لنقطة تقسيم . وفي طريقة أخرى ، يلف على أحد أقطاب المجال سلك مقاومة من النيكروم ، ويؤخذ منه نقط تقسيم ، ويوصل على أقل سرعة عندما يكون الملف بأكمله في الدائرة ، وعلى السرعة المرتفعة عندما يخرج هذا الملف بأكمله من الدائرة .

## جهاز الطرد المركزي

يمكن الحصول على عدد من السرعات المختلفة في كثير من المحركات العامة ، كتلك التي تستعمل في المنازل لخلط الاطعمة . وتعين السرعة يحدث عادة عن طريق جهاز طرد مركزي موجود بداخل المحرك ، وموصل كما هو مبين بشكل ٩ - ٤٠ . ويمكن ضبط المفتاح بوساطة رافعة

خارجية • فإذا دار المحرك بسرعة أقل من تلك التي ضبطت عليها الرافعة ، فسوف يفتح مفتاح الطرد المركزي تلامسين ، ويدخل مقاومة في الدائرة ، وهي التي تعمل بدورها على تقليل سرعة المحرك • وعندما تبطئ سرعة المحرك يقلل التلامسان ويقصران المقاومة ، فتزداد سرعة المحرك • وتتكرر هذه العملية بسرعة كبيرة لدرجة أن التغير في السرعة لا يكون ملحوظا •

توصل المقاومة على التوازي مع تلامسى المنظم ، كما هو مبين بشكل ٩ - ٤٠ • ونظرا لحدوث شرر نتيجة لقفل وفتح هذين التلامسين ، يوصل مكثف صغير على التوازي معهما لتقليل الشرر ومنع تأكلهما • يمكن بهذه الطريقة الحصول على ما يقرب من ست عشرة سرعة مختلفة •

### تحديد الخلل فى محرك عام وتصليحه الاختبار

يجب الكشف عن العيوب فى كل من ملفات المجال وملفات المنتج قبل تجميع المحرك وبعده • تختبر ملفات المجال للكشف عن التماسات الأرضية ، القصورات ، الفتحاح ، والمعكوسات ، بنفس الطريقة التي اتبعت مع ملفات مجال التيار المستمر ، وكل هذه الاختبارات مشروحة بالتفصيل فى الباب السابع ، على محركات التيار المستمر • فى حالة المحركات العامة ذات المجال الموزع ، تستعمل الطريقة المبينة فى الباب الاول ، المحرك ذو الوجه المشطور • ولما كان المنتج فى المحرك العام يشبه منتج التيار المستمر ، فإن الاختبارات فى الحالتين واحدة • راجع فى الباب السادس الطرق المستخدمة لتحديد العيوب فى منتجات التيار المستمر والموحدات • ويجب التنبه الى انه قبل إعادة لف المنتج ، يجب اختبار الموحد للكشف عن القصورات والتماسات الأرضية •

### التصليح

المتاعب التي تقابلنا فى المحركات العامة ، هى نفسها التي نلقاها فى محركات التيار المستمر • وكل العيوب الآتية ، وتصليحها ، قد نوقشت فى البابين السادس والسابع •

١ - اذا صدر من المحرك شرر شديد ، فقد يكون العيب :

(أ) خطأ فى وضع الاطراف على الموحد •

(ب) قصر فى ملفات المجال •

- (ج) فتح فى ملفات المنتج
  - (د) قصر فى ملفات المنتج
  - (هـ) عكس فى توصيل أطراف الملفات
  - (و) تآكل الكراسى
  - (ز) ميكاتر عالية
  - (ح) خطأ فى اتجاه الدوران
- ٢ - إذا ازدادت سخونة المحرك أثناء دورانه ، فقد يكون العيب :

- (أ) تآكل الكراسى
  - (ب) جفاف الكراسى من الزيت
  - (ج) قصر فى الملفات
  - (د) تعدى الحمل
  - (هـ) قصر فى ملفات المجال
  - (و) عدم وجود الفرش فى وضع التعادل
- ٣ - إذا تصاعد الدخان من المحرك ، فقد يكون العيب :

- (أ) قصر المنتج
  - (ب) قصر ملفات المجال
  - (ج) تآكل الكراسى
  - (د) خطأ فى قيمة الجهد المستعمل
  - (هـ) تعدى الحمل
- ٤ - إذا كان عزم دوران المحرك ضعيفا ، فقد يكون الخطأ :

- (أ) ملفات مقصورة فى المنتج
- (ب) ملفات مقصورة فى المجال
- (ج) خطأ فى وضع الفرش
- (د) تآكل الكراسى

### المحركات ذات القطب المظلل

المحرك ذو القطب المظلل هو محرك تيار متردد ذو وجه واحد ، وتتراوح قدرته ما بين ١٠ - ١٠٠ هـ. ب. من الحصان تقريبا . وهو يستخدم فى الاستعمالات التى تحتاج الى عزم دوران ابتدائى منخفض ، مثل المراوح والهوايات . وشكل ٩ - ٤١ يبين محركا مثاليا ذا قطب مظلل .

### تكوين المحرك ذى القطب المظلل

يبين شكل ٩ - ٤٢ الاجزاء الرئيسية فى محرك ذى قطب مظلل ، وهى العضو الثابت أو اطار المجال ، العضو الدائر ، والغطاءان الجانبيان .

والعضو الثابت من النوع ذى الاقطاب البارزة عادة ، وهو يتكون من قلب من رقائق لحديد يحتوى على الاقطاب البارزة ، التى توضع عليها ملفات السلك . ويوجد بكل قطب مجرى بانقرب من أحد الجانبين ، يوضع فيه لفة واحدة من النحاس السميكة ، يطلق عليها الملف المظلل . ويحتوى كثير من المحركات ذات القطب المظلل على عضو ثابت ذى مجار ، توضع فيها الملفات ، كما هى الحال فى المحرك ذى النوجه المشطور .

تحتوى كل المحركات ذات القطب المظلل على عضو دائر من نوع القفص السنجابى ، كذلك التى تستعمل فى المحرك ذى النوجه المشطور ، والمحركات الثلاثية النوجه .

وفى كثير من هذه المحركات ، لا يمكن الارتفاع غطاء جانبى واحد ، اما الغطاء الآخر ، فهو مصبوب كجزء من الاطار ، ويزود الغطاءان الجانبيان اما بكرسى بلى ، أو بكرسين ذوى جلبة .

### طريقة تشغيل المحرك ذى القطب المظلل

تحتاج كل المحركات التأثيرية الى ملفات مساعدة ، لتوليد عزم دوران ابتدائى فى المحرك . وفى المحركات ذات النوجه المشطور والمحركات ذات المكثف ، تستخدم ملفات بدء لهذا الغرض ، موضوعة على زاوية قدرها ٩٠ درجة كهربية من ملفات الحركة . ويحتاج المحرك ذو القطب المظلل أيضا الى ملفات بدء ، ولكنها فى هذه الحالة تتكون عادة من لفة واحدة مقفلة من النحاس الغليظ ، موضوعة على أحد الجانبين فى كل قطب من اقطاب العضو الثابت .

يتولد فى ثفات الاقطاب المظلمة خلال فترة البدء تيار بالتأثير من ملفات الاقطاب الرئيسية ، فيتكون نتيجة لذلك مجال مغناطيسى فى الاقطاب المظلمة ، متخلف عن المجال المغناطيسى الذى تولده الاقطاب الرئيسية ، وبهذا ينتج مجال مغناطيسى دائر ، يكفى لاعطاء عزم الدوران الابتدائى المطلوب . وعندما يصل المحرك الى سرعته المعتادة ، يصبح تأثير الملفات المظلمة مهملا .

## ملفات الاقطاب المظلة

يحتوى المحرك ذو القطب المظلل العادى على اقطاب مجال بارزة ،  
توضع عليها الملفات المظلة ، كما هو مبين بشكل ٩ - ٤٣ . والملفات التى  
توضع على الاقطاب تكون عادة ملفوفة على ضبعة كتلك التى تستخدم  
فى عمل الاقطاب فى محركات التيار المستمر ، والمحرك العام ذى الاقطاب  
البارزة . وتزود نهايتا الملف بطرفين ، ويغطى بالشريط بأكمله ، ثم يوضع  
على القطب . وتحفظ ملفات الاقطاب فى أمكنتها بنفس الطريقة التى اتبعت  
مع ملفات المجال فى المحرك العام ، أنتى شرحت فى بداية هذا الباب .

عند اعادة الملف ، تأكد من أنك استعملت نفس عدد الملفات ، بنفس  
مقاس السلك ، مع نفس نوع العازل ، كما يجب أن تتأكد من أن مقاسات  
الملفات الجديدة يماثل مقاسات الملفات القديمة ، والا وجدت صعوبة فى  
وضعها على الاقطاب . ومن المستحسن عادة وضع ورق عازل عند جوانب  
القلب الحديدى ، أو حونه ، لمنع الملف من التماس مع الارض .

تصنع هذه المحركات بقطبين ، وأربعة أقطاب ، وستة ، ولمانية ،  
وتوصل الاقطاب المتجاورة بحيث تختلف قطبيتها . شكل ٩ - ٤٤ يبين  
رسما توصيل محرك ذى قطب مظلل ، بأربعة أقطاب بارزة .

تصنع المحركات ذات القطب المظلل أيضا بعضو ثابت يشبه ذلك  
المستعمل فى المحركات ذات الوجه المشطور . ويحتوى العضو الثابت فى  
هذه الحالة على ملفات موزعة ، تلف بنفس الطريقة المستعملة فى حالة المحرك  
ذى الوجه المشطور . وبدلا من حلقة التماس الغليظة التى تستخدم مع  
الاقطاب البارزة ، تتكون الملفات المظلة من سلك ملفوف فى المجارى . وشكل  
٩ - ٤٥ يبين عرضا مائلا لملفات الرئيسية والملفات المظلة فى محرك ذى  
أربعة أقطاب ، يحتوى على ١٢ مجرى ، كما يبين شكل ٩ - ٤٦ رسما  
للتوصيلات السلكية فيه . لاحظ أن الملفات المظلة موصلة بحيث تختلف  
قطبية الاقطاب المتجاورة فيها ، وبحيث تقفل على نفسها ، ولاحظ أيضا  
أنها تحتل حوالى الثلث فقط من جانب القطب .

## عكس اتجاه الدوران فى المحرك لذى القطب المظلل

تتكون بعض محركات القطب المظلل بحيث يمكن عكس اتجاه دورانها  
بمجرد تغيير وضع مفتاح ، أما معظمها ، فلا يمكن عكس اتجاه الدوران  
فيها ، الا بعد فك أجزائها . لعكس اتجاه الدوران فى هذا النوع من



المحركات ، فك أجزاء المحرك ، واعمكس وضع العضو الثابت من ناحية الى الناحية الاخرى ، ثم أعد تجميع الاجزاء . ونظرا لان اتجاه الدوران في محرك القطب المظلل ، يكون من القطب الرئيسى الى القطب المظلل ، يتضح من شكل ٩ - ٤٧ أن الدوران سوف يكون فى اتجاه عقربى الساعة ، فى حين يكون فى شكل ٩ - ٤٨ فى عكس اتجاه عقربى الساعة . تستخدم هذه الطريقة فى عكس اتجاه الدوران ، اذا لم يمكن عكس اتجاه الدوران من الخارج .

ويحتوى المحرك ذو القطب المظلل الذى يمكن عكس اتجاه دورانه من الخارج على وحدة ملفات رئيسية ، ووحدين من ملفات القطب المظلل . ويوجد بالعضو الثابت لهذا المحرك مجار توضع فيها الملفات . وتكون الملفات الرئيسية موزعة عادة على عدة مجار ، ولكنها تحتوى عادة على ملف واحد لكل قطب .

عدد الاقطاب فى كل من وحدتى ملفات الاقطاب المظلمة يساوى عدد اقطاب الملفات الرئيسية ، ولكن تستعمل وحدة واحدة منها فقط فى أى وقت . وتكون احدى الوحدتين قطبا مظلا على أحد انجانبين فى كل قطب رئيسى ، بينما تكون الوحدة الثانية قطبا مظلا على الجانب الثانى من نفس القطب . وشكل ٩ - ٤٩ يبين ذلك ، حيث يتكون القطب الكامل من ملف واحد رئيسى ، وملفين مظللين . وشكل ٩ - ٥٠ يبين عرضا مثاليا لمحرك يحتوى على اثنى عشر مجرى ، ذى أربعة أقطاب . توصل الاقطاب الرئيسية على التوالى ، بحيث تختلف قطبية المتجاورة منها ، وكذلك الاقطاب المظلمة ، اذا أردنا الدوران فى اتجاه معين ، تقفل دائرة احدى وحدتى الملفات المظلمة ، وتترك الثانية مفتوحة ، كما هو مبين بشكل ٩ - ٥١ .

لعكس اتجاه دوران المحرك ، يجب فتح دائرة وحدة الملفات المظلمة المقفلة ، وقفل دائرة الوحدة المفتوحة ، وبذلك يتغير وضع الملفات المظلمة بالنسبة للملفات الرئيسية .

يحتوى نوع آخر من محركات القطب المظلل ، التى يمكن عكس اتجاه دورانها ، على وحدتين من الملفات الرئيسية ، ووحدة من الملفات المظلمة . ويبين شكل ٩ - ٥٢ قطبين من هذه الملفات ، فى حين يمثل شكل ٩ - ٥٣ عرضا مثاليا لمحرك ذى أربعة أقطاب ، يحتوى على اثنى عشر مجرى . والملفات المظلمة فى هذا المحرك قد تكون من النوع الملفوف ، أو يمكن أن تحتوى على قطعة واحدة مقفلة من النحاس . وللدوران فى اتجاه عقربى الساعة ، تستخدم احدى وحدتى الملفات الرئيسية ، بينما تظل وحدة الملفات

الرئيسية الاخرى مفتوحة وللبوران في عكس اتجاه عقربى الساعة ، يعكس الوضع بالنسبة لوحدتي الملفات الرئيسية .

وطريقة الاختبار وتحديد الخلل في هذين النوعين من المحركات ، هي نفسها التي استعملت مع أنواع المحركات الاخرى .

### محركات المراوح - تنظيم السرعة

يبحث هذا القسم في الطرق المستعملة للحصول على سرعات متعددة من أنواع مختلفة من المحركات عند استخدامها في المراوح والهوايات . وقد نوقشت هذه المحركات بالتفصيل فيما سبق في هذا الباب ، وفي الأبواب الأخرى ، الخاصة بمحركات الوجه المشطور ، والمحرك ذو المكثف ، والمحركات الثلاثية انوجه . وسوف نقوم فقط بمناقشة الطرق المستعملة في تغيير سرعة هذه المحركات عند استعمالها مع المراوح .

**المراوح الأرضية :** يستعمل المحرك ذو انوجه المشطور ، أو المحرك ذو المكثف في المراوح الأرضية . وتزود محركات الوجه المشطور ذات السرعتين عموما بوحدين من ملفات الحركة ، وبوحدة واحدة أو وحدتين من ملفات البدء ، ويتوقف ذلك على رأى اصابع . ويبين شكلا ٩ - ٥٤ ، ٩ - ٥٥ رسمين تخطيطيين لهذين المحركين .

ويبين شكل ٩ - ٥٦ محركا ذا وجه مشطور بثلاث سرعات . ويتحصل على السرعات الثلاث بثلاث وحدات فقط من الملفات : واحدة للحركة ، وواحدة مساعدة ، وواحدة للبدء . وتلف ملفات الحركة والملفات المساعدة في نفس المجارى ، أما ملفات البدء ، فهي تبعد عنها بزاوية قدرها ٩٠ درجة كهربية . للحصول على السرعة العالية ، توصل ملفات الحركة على التوازي مع الخط ، وتوصل الملفات المساعدة على التوالي مع ملفات البدء ، ثم يوصلان معا على التوازي مع الخط . للحصول على السرعة المتوسطة ، توصل ملفات الحركة على التوالي مع نصف الملفات المساعدة ، وتوصل ملفات البدء على التوالي مع النصف الآخر من الملفات المساعدة . وللحصول على السرعة المنخفضة توصل ملفات الحركة والملفات المساعدة على التوالي معا ، وعلى التوازي مع الخط ، في حين توصل ملفات البدء وحدها على التوازي مع الخط . وتخرج نقطة تقسيم من الملفات المساعدة للتوصيل

على السرعة المتوسطة . يوصل مفتاح طرد مركزى على التوالى مع ملفات البدء ، ويستخدم هذا المحرك أيضا فى مراوح الحائط .

يحتوى نوع آخر ، من محركات المراوح ذات الوجه المشطور ، وذات السرعتين ، على وحدة ملفات حركة ووحدة ملفات بدء فقط ، وسوف نعطى مثلا بمحرك ذى أربعة أقطاب ، ولو أن هذه المحركات تصنع بأعداد متنوعة للأقطاب . للحصول على السرعة المرتفعة توصل أقطاب الحركة الأربعة فى دائرتين ، مع مراعاة اختلاف قطبية الأقطاب المتجاورة . وللحصول على السرعة المنخفضة توصل الأقطاب الأربعة على التوالى . للحصول على نفس نوع القطبية فى القطبين المتجاورين ، وهذه هى توصيلة الأقطاب المتعاقبة ، التى تنتج أربعة قطاب اضافية بين الأقطاب الرئيسية . وبذلك يدور المحرك على سرعة الثمانية الأقطاب المنخفضة . وتوصل ملفات البدء على التوازي مع الخط فى كلتا الحالتين ، ويوجد قطبا بدء بارزان بتوصيلة أقطاب متعاقبة ، ينتج عنها أربعة أقطاب لكلتا السرعتين . تخرج من المحرك عادة أربعة أطراف . وشكل ٩ - ٥٧ يبين رسما لهذا المحرك .

تستعمل محركات المكثف ذات السرعتين أيضا فى المراوح الأرضية ، ويشبه أحد الأنواع منها محرك الوجه المشطور المبين بشكل ٩ - ٥٤ ، فيما عدا اضافة المكثف فى دائرة ملفات البدء ، كما هو مبين بشكل ٩ - ٥٧ .

يستخدم نوع آخر من أنواع المحرك ذى المكثف ، ذى السرعتين ، فى المراوح الأرضية ، وهو محرك مكثف الحركة ذو المجال المقسم . ولا يستعمل فى هذا المحرك ، المبين بشكل ٩ - ٥٨ ، مفتاح طرد مركزى . وللحصول على ثلاث سرعات ، تخرج من منتصف الملفات المساعدة نقطة تقسيم ، تستعمل فى حالة السرعة المتوسطة ، كما هو مبين بشكل ٩ - ٥٩ . وهذا المحرك يشبه محرك الوجه المشطور ذا الثلاث سرعات ، فيما عدا أنه لا يوجد به مفتاح طرد مركزى ، ويستعاض عنه بالمكثف . ويستخدم هذا المحرك على نطاق واسع فى الهوايات ، وفى أجهزة التكييف .

**مراوح الحائط والمكاتب :** توجد أنواع متعددة لمراوح الحائط والمكتب ، وتستخدم فيها أنواع مختلفة من المحركات ، كالمحرك العام ، وذى الوجه المشطور ، وذى المكثف ، وذى القطب المطلق ، والثلاثى الوجه ، وكلها تشتغل على تيار متردد ذى وجه واحد .

يحتوى النوع ذو المحرك العام منها على وحدة مقاومة فى قاعدته ، تستعمل لتغيير السرعة ، وهو موصل كما فى شكل ٩ - ٦٠ . وتوجد رافعة تمتد خارج القاعدة ، وتستعمل لادخال المقاومة فى الدائرة .

تلف محركات الوجه المشطور المستعملة فى مراوح الحائط مثل محركات الوجه المشطور العادية ، ولكن بعضها لا يحتوى على مفتاح طرد مركزى . ويوجد نوع خاص من المحولات الذاتية فى قاعدة المروحة ، كما هو مبين بشكل ٩ - ٦١ ، وهو يستخدم فى تغيير السرعة ، وفى اعطاء تيار ذى وجه مختلف فى ملفات البدء . وتوجد نقط تقسيم على الملف الابتدائى للمحول ، تستعمل للحصول على سرعات مختلفة ، وتوصل على التوالى مع الملفات الرئيسية . توصل ملفات البدء على التوازي مع الملف الثانوى للمحول . تلف هذه المحركات عادة بستة قطاب .

شكل ٩ - ٦٢ يبين محركا ذا مكثف لمروحة حائط ، وهو يحتوى على مكثف ذى سعة تقرب من ١ م . ف . فى دائرة ملفات البدء . ولزيادة السعة الفعلية للمكثف ، وبالتالي عزم الدوران الابتدائى لهذا المحرك ، يوصل المكثف على التوازي مع المحول الذاتى . تستخدم نقط التقسيم على المحول للحصول على سرعات مختلفة .

**مراوح وحدات التسخين :** تعلق وحدات التسخين عادة فى الحجرات الكبيرة ، وتزود بمروحة ، أو هوائية ، لتوزيع الحرارة المتولدة فى السخان . وتوصل المروحة ، أو الهوائية ، عادة مع محول ذاتى لتغيير السرعة ، وينظم تشغيلها بوساطة مفتاح تحويل موصل مع المحول الذاتى ، كما هو مبين بشكل ٩ - ٦٣ . وتكون المحركات عموما من نوع مكثف الحركة المفردة القيمة . ولتقليل السرعة فى هذا النوع من المحركات ، يخفض الجهد الموجود على ملفات الحركة وملفات البدء بوساطة المحول الذاتى ، فكلما انخفض الجهد ، قلت سرعة المحرك .

تختلف الطريقة المستعملة لتغيير السرعة باختلاف انصانع . ففي بعض المحركات يغير الجهد على ملفات الحركة فقط ، فى حين يبقى الجهد على ملفات البدء ثابتا . وفى محركات أخرى تتكون ملفات الحركة من قسمين ، يوصلان على التوالى على ٢٢٠ فولت فى حالة السرعة المرتفعة . وللحصول على السرعة المنخفضة يوصل القسمان على ١١٠ فولت بوساطة محول ذاتى . ويكون توصيل محركات وحدات التسخين هذه للحصول على ثلاث سرعات عادة .

ويحتوى كثير من المراوح على محركات من النوع ذى القطب المظلل . ويمكن تغيير السرعة فى هذه المحركات بتوصيل ملف خانق على التوالى مع الملفات الرئيسية ، كما هو مبين بشكل ٩ - ٦٤ . وتوجد نقط تقسيم على الملف للحصول على السرعات المختلفة .

تحتوى بعض محركات المراوح على ملفات ثلاثية الوجه موصلة نجمة ، ولكنها تشتغل على تيار ذى وجه واحد . وتشتمل وحدة من الملفات فى هذا المحرك على عدة ملفات من سلك مقاومة من النيكرام ، كما هو مبين بشكل ٩ - ٦٥ ، وهو يتسبب فى جعل التيار فى وحدة الملف هذه متخلفا عن التيار فى الوحدتين الأخرين . وتوصل الوحدة الثانية من الملفات مع معاوقة موضوعة فى قاعدة المروحة ، وبها نقط تقسيم للحصول على السرعات المختلفة . أما انوحدة الثالثة من الملفات فتوصل على الخط . ويؤدى وجود المقاومة والمعاوقة الى انتاج مجال دائر ، يعمل على ادارة العضو الدائر .

**محركات المراوح ذات السرعة الواحدة :** تلف محركات المراوح والهوايات الكبيرة عادة وتوصل ثلاثية الوجه ، وهى تكون بسرعة واحدة عموما . وأحدها ، وهو المبين بشكل ٩ - ٦٦ ، و ٩ - ٦٧ ، يحتوى على ٤٨ مجرى و ٢٤ ملفا ، وهو موصل نجمة على التوالى بثمانية أقطاب . وتوضع الملفات فى مجارى هذا المحرك ، بحيث يحتل كل ملف مجرىين كاملين . واذا كان مصمما للتشغيل على جهدين ، يوصل دلتا على التوالى فى حالة الجهد المنخفض ، ونجمة على التوالى فى حالة الجهد المرتفع . ولذلك يجب أن تخرج من هذا المحرك ستة أسلاك لتشغيله على جهدين .

## الباب العاشر

### مولدات التيار المستمر

المحركات والمولدات المتزامنة ، السينكروتات

تنظيم تشغيل المحركات بالأجهزة الالكترونية

يجب فهم الفرق بين المحرك والمولد بوضوح قبل دراسة موضوع المولدات الكهربائية . سبقت الإشارة الى أن المحرك هو آلة ، يمكن عن طريق تغذيتها بالتيار الكهربى الحصول منها على شغل ميكانيكى ، كتشغيل المصاعد ، أو ادارة المضخات . والمولد ، على العكس من ذلك ، هو آلة تدار بوساطة آلة ميكانيكية كمآلة البخار ، أو آلة الديزل ، أو محرك كهربى ، فتنتج تيارا كهربيا . وتقاس قدرة المولدات الكهربائية للتيار المستمر بالكيلووات ، وتتراوح أحجامها ما بين كسر من الكيلووات وعدة آلاف من الكيلووات . ويبين شكل ١٠ - ١ مولد تيار مستمر متوسط الحجم .

### مولدات التيار المستمر

وتشبه مولدات التيار المستمر فى مظهرها وتكوينها محركات التيار المستمر ، وهى تحتوى على منتج وأقطاب للمجال متماثلة عموما . لهذا السبب يمكن بسهولة تحويل مولد تيار مستمر الى محرك ، وكذلك يمكن بسهولة تحويل المحرك الى مولد .

**تشغيل مولد التيار المستمر :** اذا حرك موصل ، بحيث يقطع خطوط القوى فى مجال مغناطيسى ، كما فى شكل ١٠ - ٢ ، فسوف يتولد فيه جهد بالتأثير . ويمكن قياس هذا الجهد بتوصيل فولتметр على نهايتى هذا الموصل . اذا وصلت عدة موصلات على التوالى ( كلفات الملف ، فسوف تكون قيمة الجهد المتولد بحيث تساوى مجموع الجهود المتولدة فى كل موصل . وتتوقف

قيمة الجهد المتولد أيضا على قوة المجال المغناطيسى ، وعلى السرعة التى تقطع بها الموصلات المجال المغناطيسى . فكلما ازدادت قوة المجال كبر الجهد ، وكذلك كلما زادت سرعة قطع الموصلات لخطوط المجال ، ازداد الجهد .

فاذا تحرك الموصل المبين بشكل ١٠ - ٢ الى أسفل ، كما هو مبين فى الرسم ، فسوف يتولد تيار فيه ، بحيث يمر فى الاتجاه المبين بالأسهم . وعندما يتحرك الموصل الى أعلى ، فسوف يمر التيار فى الاتجاه العكسى . وهذه الملاحظات تبين ان اتجاه مرور التيار يتوقف على حركة الموصل . وكذلك يؤدي تغيير اتجاه خطوط القوى الى تغيير اتجاه مرور التيار المتولد .

يبين شكل ١٠ - ٣ موصلا ملفوفا على شكل حد ملفات المنتج ، وله طرفان موصلان الى موحد ذى قضيبين . اذا دار ملف المنتج هذا ، فسوف يقطع الموصل خطوط القوى المغناطيسية ، فيمكن الحصول على تيار مستمر من الفرش الراكبة على الموحد .

وبذلك نستطيع أن نرى أن ثلاثة عوامل لازمة لتوليد الكهرباء ، وهى (١) خطوط قوى مغناطيسية ( فيض ) ، (٢) موصل و (٣) قطع خطوط القوى بوساطة الموصل .

توجد ثلاث طرق لانتاج خطوط القوى المغناطيسية اللازمة لتوليد الكهرباء ، وهى :

- ١ - استعمال قطاب ممغنطة ، كما فى حالة الماجنيتو .
- ٢ - اثارة المغناطيسية فى ملفات مجال المولد بوساطة تيار مستمر من بطارية ، أو من مولد صغير ( اثارة منفصلة ) .
- ٣ - اثارة المغناطيسية فى ملفات المجال بوساطة تيار من المنتج ( اثارة ذاتية ) .

**المولد ذو الاثارة المنفصلة :** عندما توصل ملفات المجال مع منبع كهربى خارجى ، يعرف المولد بأنه مولد ذو اثارة منفصلة . وشكل ١٠ - ٤ يبين مولدا ذا قطبين ، تغذى ملفات المجال فيه ببطارية . وعندما يدور المنتج فى المجال المغناطيسى ، يزود الحمل بالتيار .

**المولد ذو الاثارة الذاتية :** تستخدم معظم المولدات جزءا من التيار المتولد فى المنتج لتغذية ملفات المجال بتيار لاثارتها ، ويطلق على هذا النوع المولد

ذو الاثارة الذاتية • يبين شكل ١٠ - ٥ ملفات التوازي موصلة مع المنتج • عندما يكون المولد ساكنا ، يكون المجال متولدا من المغناطيسية المتبقية في الأقطاب • ويكون لذلك ضعيفا جدا ، وعندما يدور المنتج ، تقطع الموصلات خطوط هذا المجال الضعيف ، فيتولد فيها جهد صغير ، وهذا يثير مغناطيسية بسيطة في ملفات المجال ، فتنتج خطوط قوى جديدة • ونظرا لدوران المنتج الآن في مجال مغناطيسي أقوى من السابق ، يتولد جهد أعلى مما سبق ، فيزداد التيار أثار في ملفات المجال ، وهذا يؤدي بدوره الى زيادة عدد خطوط القوى المغناطيسية • وتستمر هذه العملية في اطراد ، حتى تتشبع أقطاب المجال مغناطيسيا • وتسمى هذه العملية ، التي يزداد فيها الجهد في المولد الى حد معين ، « عملية البناء » •

توجد ثلاثة أنواع من المولدات ذات الاثارة الذاتية ، مولد التوالى ، ومولد التوازي ، والمولد المركب •

### مولد التوالى

سبق أن استخدم مولد التوالى فى اثاره الشسوارع ، ولكن من النادر استعماله فى وقتنا هذا • وشكل ١٠ - ٦ يبين دائرة مولد توالى ، وتشبه توصيلاته محرك التوالى ، عند وضع منبع للتيار بدلا من الحمل • واذا فصل الحمل من نهايتى المولد ، فسوف تصبح دائرة المولد مفتوحة ، وبذلك يتوقف مرور التيار فى ملفات المجال ، فلا يتولد أى جهد • فاذا وصل حمل صغير ، كمصباح مثلا ، يمر تيار خلال المولد • وهذا يؤدي الى انتاج مجال مغناطيسى صغير ، فيتولد جهد منخفض • فاذا وضع حمل أكبر من ذلك على المحرك ، يمر تيار أكبر ، فتتولد خطوط قوى مغناطيسية أكثر ، فيتولد جهد أكبر • وبذلك يزداد عدد خطوط القوى كلما زاد الحمل على مولد التوالى ، وهذه تؤدي بدورها الى زيادة الجهد المتولد • وهذه هي إحدى خواص مولد التوالى : الجهد المتولد يساوى صفرا بدون حمل ، وتزداد قيمته الى نهاية عظمى ، عند الحمل الكامل •

### مولد التوازي

توصل ملفات المجال فى مولد التوازي مع نهايتى المنتج على التوازي ، كما هو مبين بشكل ١٠ - ٥ ، وبذلك تكون شدة المجال تقريبا ثابتة ، بصرف النظر عن مقدار الحمل • وعلى العموم ، فانه كلما زاد الحمل ، يقل



الجهد الموجود على نهايتى المنتج ، نتيجة لازدياد سقوط الجهد بداخل المنتج . وبذلك يكون من خواص مولد التوازي حدوث انخفاض طفيف فى الجهد عند ازدياد الحمل . ويكون الجهد بدون حمل أكبر ما يمكن ، ويقل بمقدار صغير ، كلما ازداد الحمل .

### المولد المركب

توجد أنواع متعددة من المولدات المركبة ، أكثرها استعمالا هو ما كان موصلا توازيا قصيرا متشابها ، وكما هى الحال فى محرك التيار المستمر الذى يحمل نفس الاسم ، تكون ملفات التوازي موصلة مع المنتج على التوازي ، ويمر فيها التيار فى نفس الاتجاه الذى يمر به من ملفات التوالى . ويمكن توصيل هذا المولد أيضا بتواز طويل .

يبين شكلا ١٠ - ٧ ، و ١٠ - ٨ رسمين لتوصيل التوازي القصير . ويعطى هذا المولد عادة جهدا ثابتا بصرف النظر عن قيمة الحمل ، ولكن يمكن تغيير معدل تغير الجهد فيه بتغيير عدد الملفات فى ملفات التوالى ، أو باستعمال مقاومة توصل على التوازي مع ملفات التوالى لتغيير التيار المار فيها ، ويطلق على هذه المقاومة اسم المفرع . وخواص المولد المركب عموما هى مزيج من خواص مولد التوالى ومولد التوازي معا .

بتغيير عدد الملفات فى ملفات التوالى ، يصبح من الممكن الحصول على ثلاثة أنواع من المولدات المركبة . وهى تسمى : (١) مولد فوق المركب ، (٢) مولد مركب مستوى ، (٣) مولد تحت المركب . وتصمم هذه المولدات بطريقة وبعدد لفات معينة ، بحيث يمكن الحصول منها على الخواص الآتية :

١ - إذا كان عدد الملفات فى ملفات التوالى أكثر من العدد اللازم ، الذى يعطى جهدا ثابتا عند كل حمل ، فإن المولد يكون فوق المركب . وهذا يعنى أنه كلما ازداد الحمل ، زادت قيمة الجهد المتولد . عند عدم وجود الحمل يكون الجهد عاليا ، ولكنه يرتفع بما يقر من ٥ فى المائة عند وجود الحمل الكامل . وهذا مرغوب فيه عندما يكون مكان المولد بعيدا بعض البعد عن مكان الحمل ، إذا يعوض ارتفاع الجهد ، مقدار فقد الجهد فى الخط الموصل بين المولد والحمل .

٢ - وإذا قل عدد الملفات فى ملفات التوالى ، نحصل على مولد مركب مستوى . ويكون الجهد فى هذا المولد مع الحمل الكامل مساويا للجهد فى

حالة عدم وجود الحمل • ويستعمل هذا المولد عندما يكون الحمل قريبا من المولد ، كأن يكون فى نفس البناء •

٣ - فاذا قل عدد الملفات فى ملفات التوالى أكثر من ذلك ، ينتج المولد تحت المركب ، وفى هذا النوع يكون الجهد فى حالة عدم وجود الحمل عاديا • وعندما يزداد الحمل ، يقل الجهد بصورة ملحوظة ، حتى يصبح أقل من المعتاد بحوالى ٢٠ ٪ تقريبا عند الحمل الكامل • وهذا المولد يصلح للاستعمال ، عندما يكون من المحتمل حدوث قص • كما هى الحال فى آلة اللحام •

**المولدات الموصلة توصيلا متباينا :** شكل ١٠ - ٩ يبين مولد مركب قصير بتوصيل متباين • لاحظ فى هذا الرسم أن اتجاه التيار فى ملفات التوالى عكس اتجاهه فى ملفات التوازي • تزداد شدة مجال ملفات التوالى كلما ازداد الحمل ، وتبعاً لذلك تقل شدة المجال النهائية بسرعة • وعلى ذلك فالطابع الخاص هو جهد معتاد عند عدم وجود الحمل ، ونزول الجهد بسرعة كلما ازداد الحمل •

**أقطاب التوحيد :** تستخدم أقطاب توحيد عموما فى كل المولدات التى ذكرناها ، وهى توصل على التوالى مع المنتج ، كما فى محركات التيار المستمر • وقطبية أقطاب التوحيد عكسها فى حالة المحرك • وانقاعدة كما يلى :

نوع القطبية فى قطب التوحيد فى مولد مثل القطب الرئيسى الذى يأتى بعده فى اتجاه الدوران • وتوصل قطب المجال كما هى الحال فى محركات التيار المستمر ، بحيث تنتج قطبية مختلفة فى الأقطاب المتجاورة ، وتختبر بنفس الطريقة • ويخرج من المولد ، اما ستة أسلاك أو خمسة • ويبين شكل ١٠ - ١٠ مولداً بقطبين وقطبى توحيد •

**تحويل محرك مركب الى مولد :** توصل المحركات المركبة عموما بطريقة التوازي الطويل المتشابه • ولتحويل هذا المحرك الى مولد ، يجب تحويل التوازي الطويل الى توازي قصير ، كما يجب عكس توصيل طرفى ملفات التوالى • والتحويل الاول مفهوم ، وليس من الضرورى عمله ، الا اذا كان منصوباً عليه ، ولكن يجب عكس توصيل طرفى ملفات التوالى للسبب الآتى : تزود ملفات المجال بالتيار ، فى حالة المولد ، من نهاينى المنتج • فاذا لم يعكس توصيل ملفات التوالى فى المحرك ، ينتج مولد توصيله متباين ، كما

يظهر فى شكل ١٠ - ١١ . والمحرك المبين فيه تواز قصير توخيا للبساطة ، وفى التحويل يبقى اتجاه الدوران كما هو .

**تنظيم الجهد المولد :** لتنظيم الجهد المولد ، توضع مقاومه فى دائرة ملفات التوازي ، كما هو مبين فى شكل ١٠ - ١٢ . وبهذه الطريقة يمكن تغيير التيار المار فى ملفات التوازي ، مما يؤدي الى تغيير شدة المجال . بمرور التيار كاملا فى ملفات المجال ، نحصل على القيمة العظمى للجهد ، وبإضافة أجزاء من المقاومة ، تقل قيمة التيار ، ويقل تبعا لذلك الجهد المولد .

### كيفية قياس الجهد والتيار فى مولد

يستخدم فولتметр لقياس الجهد وأمبير متر لقياس التيار . ويوصل الفولتметр دائما على التوازي مع الخط ، كما هو مبين بشكل ١٠ - ١٣ ، فى حين يوصل الأمبير متر على التوالى مع الخط . والأمبير متر ما هو الا ملف فولتметр بمقاومة داخلية موصلة على التوازي ، والجهاز فى الحقيقة يقيس سقوط الجهد على هذه المقاومة ، ويعاير الجهاز بحيث يبين قيمة التيار المار . وغالبا ما يزود الجهاز بمقاومة توصل على التوازي من الخارج ، وفى هذه الحالة توصل كما هو مبين فى شكل ١٠ - ١٤ وتوصل هذه الأجهزة بنفس الطريقة كما فى المحركات . نرى ان الفولتметр يوصل على التوازي مع الخط ، والأمبير متر يوصل على التوالى .

### توصيل المولدات المركبة على التوازي معا

عندما يزيد الحمل الموجود على مولد عن طاقته ، يصبح من الضرورى . اما تقليل الحمل ، أو توصيل مولد آخر على التوازي مع المولد الأول ، وبذلك يقسم الحمل بين الآتين . وشكل ١٠ - ١٥ يبين مولدين موصلين معا على التوازي .

لتوصيل مولدين معا على التوازي ، يجب أن يكون جهدا معا متساويين تماما . ويمكن تغيير الجهد بواسطة مقاومة دائرة المجال ، كما يمكن قياسه بواسطة الفولتметр . يوصل سلكا الخط المتماثل القطبية معا . ويجب عمل توصيلة معادلة ، وهى عبارة عن سلك يوصل ملفات التوالى فى كلا المولدين على التوازي . والسبب فى عمل هذه التوصيلة ، هو انه اذا دار المولد ١ ، المبين على يسار الشكل ١٠ - ١٦ ، أسرع قليلا من المولد ٢ ، فموقف يولد

جهداً أكبر ، وعلى ذلك فسوف يمر تيار أكبر في ملفات التوازي ، مما يؤدي إلى جعل القدرة الخارجة من المولد ١ تزيد على القدرة الخارجة من المولد ٢ وبذلك يزداد نصيب المولد ١ من الحمل ، ويقل نصيب المولد ٢ . وكلما قل الحمل على المولد ٢ ، يزداد الحمل على المولد ١ ، إلى أن يأخذ الحمل كله ، في حين يدور المولد كمحرك .

باستخدام التوصيلة المعادلة ، ينقسم التيار الزائد في المولد ١ بين ملفات التوازي في كل المولدين ، فيمتنع بذلك ازدياد نصيب أحدهما من الحمل عن الآخر . ويمكن وصف هذه العملية بوضوح بالرجوع إلى الدائرة المبينة على يمين شكل ١٠ - ١٦ . شدة المجال في كل من المولدين الآن متساوية ، وبذلك يتولد جهد متساو في كل منهما ، وتبعاً لذلك يقسم الحمل بينهما بالتساوي . ألغيت ملفات التوازي في شكل ١٠ - ١٦ للتبسيط .

### تحديد الخلل والتصليح في مولدات التيار المستمر

اختبار مولدات التيار المستمر يشبه اختبار محركات التيار المستمر . وفيما يلي العيوب والاختفاء التي تظهر في مولدات التيار المستمر ، ولا تظهر في المحركات .

١ - إذا تم يتولد انجهد ، فقد يكون العيب :

( أ ) فقد المغناطيسية المتبقية . إذا فقدت أقطاب المجال المغناطيسية المتبقية فيها ، فسوف لا يكون هناك خطوط قوى يقطعها المنتج ، وبذلك لا يتولد تيار . ولإصلاح هذه الحالة ، توصل ملفات وبذلك لا يتولد تيار . ولإصلاح هذه الحالة ، توصل ملفات التوازي مع ينبوع تيار مستمر لمدة لحظات .

( ب ) كبر المقاومة الموجودة في دائرة المجال . نظراً لأن عملية البناء في المولد تتوقف على الزيادة المطردة في قوة المجال ، فمن الواضح أن الجهد لا يمكن أن يزداد إذا كانت هناك مقاومة كبيرة في دائرة المجال ، تمنع التيار الكافي لتقوية المجال من المرور في ملفات المجال . وقد تكون المقاومة العالية نتيجة لكبر مقاومة دائرة المجال ، أو وجود في فتح ملفات المجال ، أو تفكك التوصيلات ، أو ضعف تلامس الفرش ، أو كسر في ذيل الفرشة .

( ج ) خطأ في توصيل ملفات المجال . المغناطيسية المتبقية في أقطاب المولد تنتج خطوطاً للقوى تتجه من القطب الشمالي إلى القطب الجنوبي ،

فاذا كان اتجاه التيار المار فى ملفات المجال خطأ ، كما هو مبين بشكل ١٠ - ١٧ ، فسوف تتولد خطوط القوى فى عكس اتجاه خطوط القوى الناتجة من المغناطيسية المتبقاة ، فتحدث عملية الغاء تؤدي الى ضعف انفيض المغناطيسى ، وهذا سوف يمنع عملية البناء فى المولد . لاصلاح هذا الخلل ، اعكس توصيل ملفات التوازي ، أو اعكس اتجاه الدوران فى المولد .

(د) خطأ فى اتجاه الدوران . ينتج عن الخطأ فى اتجاه الدوران مثل ما ينتج عن عكس قطبية الاقطاب ، وذلك لانه يؤدي الى مرور التيار فى ملفات التوازي فى الاتجاه الخطأ . ولاصلاح هذا الوضع ، اعكس اتجاه الدوران ، أو بدل توصيل طرفى ملفات التوازي .

(هـ) قصر المنتج أو ملفات المجال : يؤدي حدوث قصر فى المنتج أو فى ملفات المجال الى السماح بتوليد جهد منخفض فقط . فاذا كان القصر تاما ، فسوف لا يزداد الجهد ، وسوف يتصاعد الدخان من المنتج . فاذا لم يكن هناك أى عيب آخر ، اختبر المنتج وملفات المجال للكشف عن القصورات بنفس الطريقة التى اتبعت مع محركات التيار المستمر .

٢ - اذا قل انجهد لدرجة كبيرة عند وضع الحمل على المولد ، فقد يكون العيب :

(أ) التوصيل متباين .

(ب) قصر فى المنتج .

(ج) تعدى الحمل .

٣ - اذا لم يصل الجهد الى قيمه القصوى ، فقد يكون العيب :

(أ) خطأ فى وضع الفرش . راجع وضع التعادل ، كما هو موصوف فى الباب السابع ، محركات انتيار المستمر . فى حالة المولدات ذات أقطاب التوحيد ، تكون نقطة التعادل تحت منتصف قطب التوحيد بالضبط .

(ب) قصر فى ملفات المنتج أو فى ملفات المجال .

(ج) وجود مقاومة زائدة فى دائرة ملفات المجال .

(د) انخفاض سرعة المولد بدرجة كبيرة .

تضاف العيوب المبينة فيما سبق إلى تلك التي نجدتها عادة في محركات التيار المستمر ، فحدوث انشرو عند الفرش ، مثلا في المولد ، قد يكون لنفس الأسباب التي يحدث فيها الشرر عند الفرش في محرك التيار المستمر . لذلك يجب مراجعة انبأب الخاص بمحركات التيار المستمر .

### المحركات، والمولدات المتزامنة

المحرك المتزامن هو محرك تيار متردد ، وفيه يدور العضو الدائر بنفس السرعة ، أو متزامنا ، مع المجال المغناطيسى الدائر الذى تنتجه ملفات العضو الثابت . وهذا يعنى أنه اذا كان المجال المغناطيسى لمحرك ذى أربعة أقطاب و ٦٠ ذبذبة فى الثانية ، يدور بسرعة قدرها ١٨٠٠ لفة فى الدقيقة ، فان العضو الدائر سوف يدور أيضا بهذه السرعة .

فى المحرك التأثيرى العادى ، يدور العضو الدائر بسرعة تقل قليلا عن سرعة المجال المغناطيسى الدائر . وهذا ضرورى لكى يمكن لخطوط قوى المجال الدائر أن تقطع ملفات القفص انسجى ، فيتولد فيها تيار بالتأثير . ولما كنا قد عرفنا الانزلاق بأنه الفرق فى السرعة بين ثفات العضو الدائر فى الدقيقة ولفات المجال المغناطيسى ، فان الانزلاق فى المحرك المتزامن يساوى صفرا .

تصنع المحركات المتزامنة ، من أنواع المبين بشكل ١٠ - ١٨ ، بأحجام تختلف ما بين ٢٠ حصانا تقريبا ، ومئات من الأحصنة ، وهى تستعمل حيث يكون من الضرورى ، أو من المرغوب فيه ، الحصول على سرعة ثابتة . وتستخدم المحركات المتزامنة الصغيرة بكثرة ، ولكنها تتكون بطريقة تختلف عن الكبيرة .

### محركات متزامنة بعضو دائر ذى اثاره

تحتوى بعض المحركات المتزامنة على عضو دائر به ملفات اثاره ، تغذى بالتيار المستمر ، فى حين لا يحتاج العضو الدائر فى بعض المحركات المتزامنة الاخرى الى اثاره . ويوجد بالنوع الأول عضو ثابت وملفات ، تشبه العضو الثابت فى المحرك التأثيرى الثلاثى الوجه . ويحتوى العضو الدائر فى هذا النوع على أقطاب مجال بارزة ، كما هو مبين بشكل ١٠ - ١٩ ، تشبه أقطاب المجال فى محرك التيار المستمر . وتوصل ملفات المجال ، التى توضع على الاقطاب ، على التوالي ببعضها ، بحيث تنتج قطبية مختلفة فى الاقطاب المتجاورة ، ويؤخذ منها طرفان يوصلان الى حلقتين انزلاقيتين ، مع حادتين

على العمود . وتغذى ملفات المجال بتيار مستمر ، للاثارة المغناطيسية ، من مولد تيار مستمر أو من بطارية . وفى كثير من المحركات المتزامنة ، يكون مولد التيار المستمر ، الذى يغذى ملفات المجال ، موجودا على نفس عمود المحرك .

يزود العضو الدائر بملفات قفص سنجابى لبدء الحركة ، لان هذا النوع من المحركات لا يستطيع بدء حركته بنفسه ، وتوضع ملفات القفص السنجابى حول العضو الدائر ، كما هى الحال فى حالة المحرك التالىرى .

### تشغيل المحرك المتزامن

عند قفل مفتاح الخط الرئيسى الموصل الى ملفات العضو الثابت فى محرك متزامن ، يتكون مجال مغناطيسى دائر ، يقطع ملفات القفص السنجابى فى أثناء دورانه ، فيمر فيها تيار منتج بالتأثير . ويتفاعل المجال المغناطيسى لملفات القفص السنجابى ، الناتج من هذا التيار ، مع مجال العضو الثابت بطريقة تؤدى الى حدوث الدوران .

يدور المحرك ثم تزداد سرعته ، حتى تصل الى قيمة تقل قليلا عن سرعة التزامن ( سرعة المجال المغناطيسى الدائر ) . عند ذلك تغذى ملفات المجال على العضو الدائر بالتيار المستمر ، فتتدون أقطاب مغناطيسية محددة على العضو الدائر . وتعمل هذه الاقطاب على الارتباط بأقطاب مجال العضو الثابت ، مما يؤدى الى زيادة سرعة المحرك ، حتى يصبح العضو الدائر متوافقا فى دورانه مع المجال الدائر .

عندما يستعمل المحرك المتزامن لتحسين معامل القدرة فى خط تيار متردد ، تغذى ملفات المجال بتيار اثاره زائد ، فيتسبب ذلك فى جعل المحرك يسحب تيارا كبيرا متقدما ، مما يؤدى الى تصحيح معامل القدرة المتخلف ، الذى ينتج فى الشبكة بسبب وجود محركات تأثيرية كثيرة موصله اليها ، وهى التى تسحب تيارا متخلفا كبيرا . يفوض تيار المحركات المتزامنة المتقدم تيار المحركات التأثيرية المتخلف . وتسمى الآلة ، عند استعمالها لتحسين معامل القدرة ، باسم المكثف المتزامن .

### الملفات

يحتوى العضو الثابت فى المحرك المتزامن على مجار توضع فيها الملفات ، وكما هى الحال فى المحرك التالىرى الثلاثى الوجه ، توصل هذه الملفات أما نجمة ، رأما دلتا ، بعدد محدد من الاقطاب . وتخرج ثلاثة أطراف من

ملفات العضو الثابت للتوصيل على الخط ، كما هو مبين في شكل ١٠ - ٢٠ .

يوجد عدد من ملفات المجال يماثل عدد الأقطاب ، وهى ملفوفة بنفس الطريقة فى حالة محركات التيار المستمر . وتكون ملفات القفص السنجابى مدفونة فى قلب أقطاب المجال ، ويوصل بعضها ببعض فى كل ناحية بحلقة جانبية ، وهى تستعمل عند البدء فقط .

تتكون ملفات العضو الدائر من عدد من الأقطاب ، توصل معا على التوالي بحيث تنتج قطبية مختلفة فى الأقطاب المجاورة . ويخرج منها طرفان يوصلان الى حلقتين انزلاقتين ، وذلك حتى يمكن عن طريقهما تغذية الملفات بالتيار المستمر ، كما هو مبين بشكل ١٠ - ٢١ .

### محركات متزامنة ذات أعضاء دائرة بدون ملفات اثارة

يمكن صنع المحركات المتزامنة ، ذات الاعضاء الدائرة الخالية من ملفات الاثارة اما لتشغيل بوجه واحد ، أو بثلاثة أوجه . ويحتوى -سجند الانواع منها على قلب للعضو الثابت يشبه العضو الثابت لمحرك ذى وجه مشطور ، أو العضو الثابت لمحرك ثلاثى الوجه ، كما يحتوى على عضو دائر ذى قفص سنجابى ، مقطوع منه اجزاء مسطحة ، كما هو مبين بشكل ١٠ - ٢٢ . فتنتج عن ذلك أقطاب بارزة .

وتعطى ملفات القفص السنجابى عزم الدوران الابتدائى ، انذى يوصل المحرك الى السرعة ، التى يمكن عندها أن يرتبط العضو الدائر فى دورانه مع المجال الذى ينتجه العضو الثابت . ويجب أن يكون عدد الأقطاب البارزة مساويا لعدد أقطاب العضو الثابت ، التى تولد فيها الأقطاب البارزة المغناطيسية بالتأثير . وعندما يصل المحرك الى سرعة التزامن ، تصبح ملفات القفص السنجابى عديمة الفائدة ، وانما ينتج الدوران عن ارتباط أقطاب العضو الدائر بالأقطاب المغناطيسية للعضو الثابت ، مما يؤدي الى دورانها معا خطوة بخطوة . وتصنع أقطاب العضو الدائر فى بعض المحركات من الصلب المنفطس ، وتحتفظ بمغطستها طوال الوقت .

### محركات الساعات المتزامنة

المحرك المستعمل فى الساعة الكهربائية هو أحد أنواع المحركات المتزامنة ، التى تستعمل على نطاق واسع فى هذه الايام . وبعض هذه المحركات ذاتية



البدء ، فى حين يجب ادارة بعضها الآخر باليد ، لاعطائها عزم دوران ابتدائى . يتولد عزم الدوران الابتدائى فى المحركات الذاتية البدء بوساطة أقطاب مظلمة ( مبينة فى شكل ١٠ - ٢٣ ) ، كما هى الحال فى المحركات ذات الاقطاب المظلمة . وتحتوى هذه المحركات عادة على قطبين بارزين ، ويجب لذلك أن تدور ٣٦٠٠ لفة فى الدقيقة . ومع ذلك فقد يبنى العضو الدائر بحيث يحتوى على عدد من الاقطاب البارزة يتراوح بين ٨ و ١٦ ، او أكثر ، الى جانب وجود ملفات القفص السنجابى . ويبين شكل ١٠ - ٢٤ عضوا دائريا يحتوى على اثنى عشر قطبا بارزا . يبدأ المحرك دورانه عند وضع مفتاح الساعة ، اذ يتكون عند ذلك مجال مغناطيسى دائر ، يقطع ملفات القفص السنجابى ، وينسبب فى دوران العضو الدائر . وعندما يصل العضو الدائر فى دورانه الى سرعة التزامن ( ٦٠٠ لفة فى الدقيقة ، لمحرك ذى اثنى عشر قطبا ) ، تكون أقطاب العضو الدائر ، التى تمغنطت بتأثير أقطاب المجال الدائر ، قد ارتبطت فى دورانها مع قطاب المجال الدائر ، فاصبحت تدور معها بسرعة التزامن .

وفى نوع آخر لمحركات الساعات ، يتكون العضو الدائر من عدة رقائق قد قطعت على حوافها الخارجية بطريقة تؤدى الى انتاج أقطاب بارزة ، كما هو مبين بشكل ١٠ - ٢٥ . ويتكون العضو الثابت من اطار ذى قطبين ، ويحتوى على ملف أو ملفين لانتاج المجال المغناطيسى ، ويقطع جزءا القطبين أيضا بحيث يتكون فيهما قطاب بارزة بنفس مقاس أقطاب العضو الدائر .

لا تحتوى هذه المحركات على أقطاب مظلمة ، ولذلك فهى ليست ذاتية البدء . عند توصيل الساعة الى مصدر التيار ، ينشأ مجال مغناطيسى متردد ، ويقطع أقطاب العضو الدائر ، فتتمغنط ، ولكن لا ينتج عنه عزم دوران ابتدائى . وعلى كل حال ، فإن العضو الدائر اذا أدير مبدئيا باليد ، فسوف تجذب قطابه الى أقطاب العضو الثابت وترتبط بها ، مما يؤدى الى دوران المحرك بسرعة التزامن . وتحدد السرعة بوساطة عدد أقطاب العضو الثابت ، وهى تتراوح بين ٤٥٠ لفة فى الدقيقة ، عندما يكون عدد الاقطاب ١٦ وترددات التيار ٦٠ ذبذبة ، ٢٢٥ لفة فى الدقيقة ، عندما يكون عدد الاقطاب ٣٢ ، ويبين شكل ١٠ - ٢٥ محرك ساعة متزامنا يحتوى على ٣٢ قطبا . توجد أنواع أخرى من المحركات المتزامنة ، ولكنها عموما تشبه المحركات التى سبق شرحها .

### متاعب محركات الساعات المتزامنة

تكون المتاعب التي تقابلها في محركات الساعات عادة ، هي الحاجة الى التزييت ، وتآكل الكراسى • وغالبا ما يؤدي وضع بضع نقط من الزيت في كرسي العضو الدائر الى تشغيل الساعة ، ولكن اذا كان الكرسيان متآكلين ، فقد تشغل الساعة لفترة قصيرة بهذا العلاج • فاذا كانت الكراسى متآكلة ، يجب الاستعانة بصانع ساعات لاستبدالها بأخرى جديدة • واذا كانت الملفات مفتوحة أو محترقة ، فمن الضروري استبدالها • واعادة الملف في هذه الحالة يكون صعبا وغالى التكاليف •

### المولدات المتزامنة :

يشبه المولد المتزامن في تكوينه المحرك المتزامن ذا ملفات الاثارة ، فهو يتكون من عضو ثابت يحتوى على ملفات ثلاثية الوجة ، وعضو دائر ذو أقطاب بارزة ، تثار فيها المغناطيسية بوساطة تيار مستمر • ويتوقف وجود ملفات قفص سنجابي به ، أو عدم وجودها ، على طبيعة العمل الذي يؤديه المولد •

وكما هي الحال مع مولدات التيار المستمر ، يمكن ادارة المولد المتزامن بوساطة محرك ، أو توربينة بخارية ، أو عجلة مائية ، أو آلة ديزل • تخرج ثلاثة أسلاك من ملفات العضو الثابت ، التي توصل عادة نجمة • وقد يخرج سلك رابع من نقطة النجمة ، ويستعمل كسلك أرض ، في أغراض الإضاءة •

عند التشغيل ، يدار المولد حتى يصل الى سرعته المعتادة ، ثم تغذى ملفات المجال بالتيار المستمر تدريجيا • وبدوران أقطاب العضو الدائر ، تقطع خطوط القوى المغناطيسية ملفات العضو الثابت ، فتنتج فيها تيارا بالتأثير • فاذا كانت الملفات موصلة ثلاثية الوجة ، فسوف يتولد تيار ثلاثي الوجة • ولتشغيل على وجه واحد ، يستخدم سلكان فقط من الأسلاك الثلاثة ، أو عندما يكون موصلا نجمة ، يستخدم سلك واحد مع السلك الخارج من نقطة النجمة • عند الرغبة في التشغيل على وجهين ، يصبح من اللازم عن تحويل من ثلاثة أوجه الى وجهين ، أو استخدام مولد بوجهين •

يبين شكل ١٠ - ٢٦ رسما لمولد تيار متردد ، ويطلق عليه أيضا اسم المردد • لاحظ أنه يشبه دائرة المحرك المتزامن المبين في شكل ١٠ - ٢١ •

لما كان تردد التيار فى المردد يتوقف على السرعة وعدد الاقطاب فى الآلة . فمن الواضح أن تغيير جهد الاثارة سوف لا يكون له تأثير على التردد ، على الرغم من أن قيمة الجهد المتولد سوف تتأثر بمقدار جهد الاثارة . ويتغير مقدار الجهد المتولد بتغيير الحمل ، ولحفظ قيمة انجهد ثابتة ، لابد من تغيير جهد الاثارة يدويا ، أو باستخدام منظم آلى للجهد .

### المرددات على التوازي :

يجب توافر عدة شروط معينة حتى يمكن تشغيل المرددات على التوازي معا .

١ - يجب أن يكون الجهد المعطى فى كل من المرددين متساويا . وكذلك يجب أن يكون تردد اتيار فيهما متساويا . فاذا أردت تشغيل مرددين معا على التوازي ، اضبط قيمة متساوية للجهد فى كل منهما ، ذلك بتغيير جهد الاثارة فى كل من مولدى التيار المستمر ، اللذين يغذيان ملفات المجال فى كل من المرددين . وكذلك اضبط التردد فى كل من المرددين بتغيير سرعة الآلة التى تحركه .

٢ - يجب تزامن القطبية فى المرددات ، ويطلق على هذه العملية « عملية التزامن » ، فى المرددات ، وتؤدى على الوجه الآتى : لنفرض أنه يراد عمل التزامن بين المحرك أ ، والمحرك ب ، كما فى شكل ١٠ - ٢٧ . وصل ثلاث مجموعات من المصابيح بين أطراف مفتاح انتوازي ، كما هو مبين فى الرسم . فاذا كان كل من المرددين يدور بالسرعة المطلوبة ، ويولد الجهد المضبوط ، يجب أن تضىء كل مجموعات المصابيح وتنطفئ فى نفس الوقت ، مما يعنى أن المرددين متزامنان بالضبط ، وتسمى الطريقة « الاظلام التام » . يقفل المفتاح ذو الثلاثة أقطاب عندما تكون المصابيح كلها مظلمة . واذا حدث أن كل مجموعة من المصابيح تضىء وتنطفئ بالتتابع ، كان هذا يعنى أن الآتين غير متزامنتين . والعلاج فى هذه الحالة يكون بتبديل توصيل أى طرفين من أطراف المردد ب عند مفتاح انتوازي .

وتوجد طريقة أخرى لعملية التزامن ، وتستخدم فيها ثلاث مجموعات من المصابيح ، موصلة كما فى شكل ١٠ - ٢٨ . وتعرف هذه الطريقة باسم واحدة مظلمة ، واثنان مضيئتان ، وهى مفضلة الاستعمال فى عملية التزامن عن طريقة الاظلام التام . وفى هذه الطريقة يدار المولدان ، ويظل مفتاح التزامن مفتوحا حتى تصبح مجموعة من المصابيح مظلمة ، والمجموعتان الاخريان مضيئتين ، ثم يقفل المفتاح لقفل الدائرة .

## السينكروتات

السينكرو هو آلة صغيرة دوارة ، تشبه المردد المتزامن . ولكن ، بينهما تغذى ملفات المجال فى المتردد المتزامن بـ تيار مستمر ، يغذى تيار المجال فى السينكرو بوساطة التيار المتردد . وتحتوى كل من الآلتين على ملفات ثلاثية الوجه . ولا تستخدم السينكروتات كمحركات ، لذلك لا تعطى قدرتها بالحصان ، وإنما يذكر عزم الدوران الذى تولده ، ويعبر عنه عادة بالبوصة - أوقية . ويستخدم السينكرو فى إعطاء الإشارة ، أو التنظيم من مكان بعيد ، ويجب أن يرافقه فى الاستعمال سينكرو آخر أو أكثر . فعندما تدور إحدى الآلتين ، وهى جهاز الإرسال ، تدور الآلة الأخرى ، وهى جهاز الاستقبال ، بنفس المقدار ، سواء أكان جهاز الإرسال قد دار دورة كاملة ، أم بمقدار درجة واحدة فقط .

### تكوين السينكرو :

توجد أنواع عديدة من السينكروتات . ويتكون النوع العادى من عضو ثابت ، مبين بشكل ١٠ - ٢٩ . العضو الثابت يشبه مثيله فى المحرك المشطور الوجه ، والمحرك انتائيرى الثلاثى الوجه . ويحتوى العضو الثابت على ملفات ثلاثية الوجه ، موصلة نجمة ، وموضوعة فى المجارى . يخرج من العضو الثابت ثلاثة أسلاك للتوصيل مع سينكرو آخر . ويتكون العضو الدائر عادة من قلب يحتوى على قطبين بارزين ، كما هو مبين بشكل ١٠ - ٣٠ . وعلى القطبين يوجد ملفان ، يوصلان بحيث تنتج قطبية مختلفة فيهما . ويوصل طرفان من الملفين إلى حلقتين انزلاقيتين ، تتلامس معهما فرشستان موصلتان إلى تيار متردد . وتصمم السينكروتات أيضا بملفات ثلاثية الوجه على العضو الدائر ، وملفات موزعة ذات قطبين على العضو الثابت . تستعمل كراسى بلى للتخلص من الحركة المحورية ، ولإعطاء تشغيل فى منتهى اليسر .

### طريقة عمل السينكرو

يمكن اعتبار كل سينكرو على أنه محول ، تقوم ملفات المجال مقام الملف الابتدائى ، وتوصل إلى منبع تيار متردد ، فى حين تقوم الملفات الثلاثية الوجه فى العضو الثابت مقام الملف الثانوى . ولما كان العضو الثابت للسينكرو يحتوى على ثلاثة أوجه ، فسوف يتولد جهد تأثيرى فى كل

منها • وتختلف هذه الجهود بعضها عن بعض ، ويتوقف مقدار الاختلاف على وضع العضو الدائر بالنسبة الى العضو الثابت • فاذا أدير العضو الدائر باليد ببطء ، فسوف تتولد جهود مختلفة بالتأثير في الملفات الثلاثية الوجه • يبين شكل ١٠ - ٣١ رسماً لآلة السينكرو • ويخرج من الآلة خمسة أطراف ، ثلاثة من الملفات الثلاثية الوجه ، واثنان من ملفات العضو الدائر • لاحظ أن ملفات العضو الدائر تغذى بتيار متردد على جهد قدره ١٢٠ فولت • يوضع السينكرو عند مكان الارسال ، كمولد أو جهاز ارسال ، ويشغل الآخر عند مكان الاستقبال كجهاز للاستقبال • وتوصل الآتان بالطريقة المبينة في شكل ١٠ - ٣٢ • لاحظ أن الملفات الثلاثية الوجه موصلة معا ، وأن الملفات الابتدائية موصلة معا على أنتوازي مع نفس منبع تيار الاثارة • إذا كان وضع العضو الدائر في كل من جهازي الارسال والاستقبال واحداً ، فسوف يكون الجهد المتولد في كل وجهين متناظرين في الآتين متساوياً • ولما كان كل وجهين متناظرين موصلين معا ، فسوف يكون الجهدان المتولدان فيهما في اتجاهين متضادين ، فلا يمر أى تيار فيهما •

إذا حرك العضو الدائر لجهاز الارسال عن وضعه الاول ، فسوف يكون الجهدان المتولدان متضادين في الاتجاه ، ولكنهما غير متساويين ، كما في شكل ١٠ - ٣٣ ، وتبعاً لذلك يمر تيار من أحد العضوين الثابتين الى الآخر • وسوف يعمل هذا التيار على توليد عزم دوران في جهاز الاستقبال ، فيدور العضو الدائر فيه ، حتى يصبح في وضع مناظر لوضع العضو الدائر في جهاز الارسال • وعندما يصبح العضوان الدائران في وضعين متشابهين ، فسوف لا يمر أى تيار في العضوين الثابتين ، مما يؤدي الى توقف العضو الدائر في جهاز الاستقبال عن الدوران •

إذا دار جهاز الاستقبال في عكس اتجاه جهاز الارسال ، يجب عكس توصيل سلكين في الملفات الثلاثية الوجه • ومن المهم توصيل الملفات الابتدائية لكل من الآتين الى نفس منبع التيار ، والا فسوف لا تعمل الآتان على لوجه المضبوط •

### تنظيم تشغيل المحركات الإلكترونية

يتبين من الابواب السابقة في هذا الكتاب ، انه من الضروري تنظيم تشغيل المحركات ، أى أنه يجب أن يتيسر بدء حركة المحرك ، وإيقافه ، ومتابعته ، وعكس اتجاه دورانه ، كما أنه يجب أن يكون من المستطاع تغيير سرعته في حدود معينة •

وتصمم أجهزة التنظيم اللازم لتأدية هذه العمليات المختلفة فى محركات التيار المستمر ، بحيث تغير قيمة أو اتجاه التيار المار فى دائرة مجال المحرك أو منتجه . ويظهر من الباب السابع ، تنظيم تشغيل محركات التيار المستمر ، أن انجاز هذه العمليات يكون أساسا باستعمال مقاومات ومفاتيح وملفات .

ومن الممكن تنظيم تشغيل المحركات ، ليس فقط بأجهزة تعمل على أساس كهربية ميكانيكية ، أو كهربية مغناطيسية ، وإنما تعمل أيضا على أساس الكترونية ، وذلك بوساطة صمامات الكترونية مفرغة ، أو ممتلئة بالغاز . فيمكن اعداد بعض الاجهزة الالكترونية لكى تشغل متما ، ويعمل هذا المتما بدوره على تنظيم تشغيل المحرك . وتؤثر بعض الاجهزة الالكترونية الاخرى على قيمة واتجاه التيار المار فى دائرة المحرك ، فيؤدى ذلك الى التأثير فى عمل المحرك نفسه . وقبل شرح الطريقة انتى يمكن بواسطتها أن ينظم جهاز الكترونى تشغيل محرك ، يجب أن يكون انقارىء على معرفة ببعض أنواع الصمامات الالكترونية انتى سوف تقابله فى هذا المجال .

### نظرية الصمام الالكترونى

الصمام الالكترونى هو الأساس فى جميع الأجهزة التى تستخدم فى التنظيم الالكترونى . وهو مثل الأجهزة التى تستخدم فى المذياع ، يتكون من غلاف زجاجى أو معدنى ، يحتوى على عدة أقطاب . وأبسط أنواع الصمامات هو الصمام اثنائى ، وهو يحتوى على قطبين ، المصعد ( أو الأنود ) ، والمهبط ( أو الكاثود ) . وشكل ١٠ - ٣٤ يبين الرمز الذى يستخدم للتعبير عن وجود هذا الصمام .

ويتوقف تشغيل الصمام الالكترونى على خروج إلكترونات من المهبط ، الذى يتكون بطريقة تجعله قادرا على أن يصبح مصدرا للإلكترونات عند تسخينه . ويعمل التسخين على تيسير خروج الإلكترونات . كما يظهر فى شكل ١٠ - ٣٥ . ويصنع المهبط فى بعض الصمامات كما يصنع فتيل المصابيح الكهربية ، مع كسائه بطبقة من مادة ذات قابلية لإطلاق عدد كبير من الإلكترونات عند تسخين الفتيل ، وتكون عادة أوكسيد الباريوم . وسوف يتوقف الصمام عن العمل ، بعد أن تنبخر طبقة الأوكسيد بالاستعمال الطويل .

تحتوى بعض الصمامات على مهبط يسخن بطريق غير مباشر . يتكون المهبط فى هذه الصمامات من غلاف يحيط بانفتيل ، الذى يستخدم للتسخين

فقط في هذه الحالة . شكل ١٠ - ٣٦ يبين الرمز المستعمل للتعبير عن هذا النوع .

ويجب جمع الالكترونات التي تنطلق من المهبط ، لكي تكون نافعة ، والا فانها سوف تتكاثر فقط في الفراغ المحيط بالمهبط ، أو تعود اليه . وسوف يمكن جمع الالكترونات بواسطة المصبغة ، أو اللوح ، لو وجدت عليه شحنة موجبة ، كما هو مبين بشكل ١٠ - ٣٧ . ويوصل المصعد الى القطب الموجب للبطارية ، فيؤدي ذلك الى تحرك الالكترونات بسرعة اليه ، ويمر تيار في الفراغ الموجود بين المصعد والمهبط .

وفيما يلي طريقة عمل هذه الدائرة : يغذى انقيل بالتيسار من الملف الثانوى لمحول ، فيؤدي ذلك الى تسخين المهبط واطلاقه الكترونات . يوصل المصعد مع القطب الموجب للبطارية ، فتجذب الالكترونات اليه . وبذلك تتكون دائرة بواسطة الالكترونات من المهبط الى المصعد ، وخلال جهاز القياس الى القطب الموجب للبطارية ، ثم خلال البطارية راجعة الى المهبط . ( لاحظ أن مرور الالكترونات يكون في الحقيقة من السالب الى الموجب ، بدلا من الطريقة المتفق عليها من الموجب الى السالب ) . واذا عكس توصيل البطارية ، كما هو مبين بشكل ١٠ - ٣٨ ، أى انه اذا وصل القطب السالب للبطارية مع المصعد ، فسوف تطرد الالكترونات بواسطة اللوح ، فلا يمر تيار . فالالكترونات تمر من المهبط الى المصعد ، اذا كان هذا الأخير موجبا فقط .

### توحيد نصف موجة

تنحصر الميزة الرئيسية للصمام الثنائى في قدرته على تحويل التيار المتردد الى تيار مستمر متغير القيمة . فاذا كان المصعد موجبا نصف الوقت ، وسالبا في النصف الثانى من الوقت ، فسوف يمر عندما يكون المصعد موجبا ، ويتوقف مروره عندما يكون المصعد سالبا . اذا وصل تيار متردد الى المصعد يحدث هذا بانضبط ، وهذه النقطة مبينة في شكل ١٠ - ٣٩ ، وهو يشبه الشكل السابق ، فيما عدا أن البطارية قد استبدلت بالملف الثانوى لمحول . ويعمل الصمام الآن كموحد ، أى انه يسمح للتيار بالمرور في اتجاه واحد فقط ، فيوحد اتجاه التيار المتردد ويجعله تيارا مستمرا . يبين شكل ١٠ - ٤٠ كيف ينتج الصمام انثنائى تيارا مستمرا . ( ألغيت دائرة التسخين توخيا للبساطة ) . تنجذب الالكترونات الى المصعد في أثناء نصف الموجة التي يكون فيها موجبا . وفي هذا الوقت تكون

الناحية الثانية من الملف الثانوى سائبة وبهذا تكمل الدائرة من المهبط الى المصعد ، خلال ملف المحول ، وخلال الحمل ، ثم ترجع ثانية الى المهبط السالب . وفي النصف الثانى المعكوس من الموجة يصبح المصعد سائبا ، فيطرده الالكترونات ، ويمنع انتيار من المرور . وبذلك ينتج هذا الصمام تيار موحد نصف الموجة ، وبعبارة أخرى يمر التيار خلال نصف الموجة ، ويتوقف مروره خلال النصف الثانى من الموجة . ويعرف هذا بأنه تيار متغير القيمة ، وهو مبين بشكل ١٠ - ٤١ .

### توحيد موجة كاملة :

التيار المتغير اقيمة فى نصف موجة ، يكون نافعا فى كثير من الاستعمالات ، ومع ذلك يمكن تحسينه باضافة توحيد نصف الموجة الآخر للحصول على توحيد موجة كاملة . شكل ١٠ - ٤٢ يبين دائرة لتوحيد موجة كاملة . الصمامات الثنائيات أ ، ب ، هما موحدا نصف موجة ، وموصلان بحيث يكون مهبط (ب) سائبا ، عندما يكون مهبط (أ) موجبا ، وبالعكس . وبذلك يمر التيار فى الدائرة عن طريق (أ) أثناء أحد نصفى موجة التيار المتردد ، ويمر التيار فى الدائرة عن طريق (ب) أثناء النصف الآخر من موجة التيار المتردد . يمر التيار فى الحمل فى نفس الاتجاه اذن خلال نصفى الموجة . والتوحيد الكامل للموجة ، يعطى تغييرا أقل فى قيمة انتيار مما يعطى توحيد نصف الموجة ، كما هو مبين بالمنحنيات فى شكل ١٠ - ٤٣ . ويمكن استعمال صمام واحد بدلا من صمامين ، على أن يحتوى على مصعدين فى نفس الغلاف ، كما هو مبين فى شكل ١٠ - ٤٤ .

### الصمامات المثلثة بالغاز :

الصمامات التى جاء ذكرها حتى الآن كلها من النوع المفرغ ، وهى مصممة على أساس تيار صغير نسبيا . وتحتوى الصمامات ، المصممة للتيارات الكبيرة ، على كمية صغيرة من غاز خامل عادة ، مثل الأرجون ، أو النيون ، أو بخار الزئبق . ويؤدى استعمال الغاز الى جعل الصمام أكثر قدرة على تحمل تيار الكترونى كبير . والرمز المستعمل للتعبير عن الصمام الممتلئ بالغاز هو نفسه الذى يستعمل فى حالة الصمام المفرغ ، مع اضافة نقطة ، اشارة الى وجود الغاز ، كما هو مبين بشكل ١٠ - ٤٥ .

نظرا لان المهبط فى الصمام الممتلئ بالغاز مصمم على أساس أن يعطى الكترونات أكثر من الصمام المفرغ ، فهو يصنع من معدن سميك ، يأخذ



حوالى دقيقة لكى يسخن . لذلك تزود الأجهزة التى من هذا النوع عادة بدائرة تأخير زمنى ، لا تسمح بتوصيل الجهد الى المصعد ، قبل أن يكون المهبط قد سخن الى الحد المناسب .

تستخدم صمامات التوحيد المثقلة بالغاز ، الصغيرة والمتوسطة الحجم ، تشحن البطاريات ، بينما تستخدم موحّدات بخار الزئبق الكبيرة لانتاج التيار المستمر اللازم لتشغيل المحركات . وبالإضافة الى أن هذه الصمامات تسمح بمرور تيارات كبيرة ، فانها تمتاز على الصمامات المفرغة بأن سقوط الجهد فيها ثابت ، مما يؤدى الى تحسن كبير فى تنظيم الجهد الناتج .

وفى استعمال بسيط للصمام اثثنائى المتلىء بالغاز ، يمكن تشغيل محرك تيار مستمر من خط تيار متردد ، كما هو مبين فى شكل ١٠ - ٤٦ . ويحول التيار المتردد فى هذه الدائرة الى تيار مستمر على الموجة بأكملها ، ثم يستعمل هذا لتغذية محرك التيار المستمر . ويمكن استخدام مقاومة فى دائرة ملفات مجال المحرك لتغيير سرعته . وبهذه التوصيلة يمكن الحصول على مميزات محرك التيار المستمر المتغير السرعة ، وذلك بدون وجود خط للتيار المستمر .

### الصمام الثلاثى .

لتنظيم قيمة انتيار الذى يتحكم فيه الصمام ، يوضع قطب ثالث ، يسمى الشبكة ، بين المهبط والمصعد . ويوصف الصمام بأنه ثلاثى فى هذه الحالة لأن به ثلاثة أقطاب . شكل ١٠ - ٤٧ يبين رمز هذا الصمام . ولا يحسب الفتيل ضمن الأقطاب اذا استعمل لتسخين المهبط فقط .

وتتكون الشبكة من سياج من السلك يحيط بالمهبط ، ويكون وضعها بين المهبط والمصعد ، وهى كما يظهر من اسمها عبارة عن شبكة فى تكوينها ، بحيث يمكن للإلكترونات ، الخارجة من المهبط ، أن تمر منها بسهولة وتصل الى المصعد . ومع ذلك ، فانه اذا أمكن وضع جهد سالب كبير على الشبكة ، كما يظهر فى شكل ١٠ - ٤٨ ، فان الإلكترونات التى تخرج من المهبط تطرد بواسطة الشبكة ، فلا تمر منها ، ولا تصل الى المصعد . فعلى الرغم من أن المصعد موجب ، الا أنه لا تصل ائيه أى إلكترونات ، لأن الشبكة تطردها كلها . وقيمة جهد الشبكة اللازم لخفض تيار اللوح الى صفر تتوقف على قيمة الجهد الموجود على المصعد ، فكلما زاد جهد المصعد ، ازداد جهد الشبكة اللازم لخفض التيار الى صفر .

وكلما قل جهد الشبكة ، أو الحجز كما يطلق عليه ، يزداد عدد الالكترونات التى تصل الى المصعد . فكلما قل حجز الشبكة اذا ، ازداد التيار فى دائرة المصعد . ويمكن تنظيم ذلك ، كما يظهر فى شكل ١٠ - ٤٩ بتوصيل مقاومة تقسيم على التوازي مع بطارية حجز الشبكة ، وتغيير جهد الشبكة بوساطة نقطة تلامس متحركة على المقاومة . وقيمة الصمام الثلاثى فى أن جهدا صغيرا نسبيا بين الشبكة والمهبط له نفس التأثير على التيار فى دائرة المصعد ، الذى ينتج من وجود جهد كبير بين المصعد والمهبط . فالصمام الثلاثى يستخدم اذا كمكبر .

### الثيراترون :

الثيراترون هو صمام ثلاثى ممتلىء بالغاز ، ويختلف فى طريقة تشغيله اختلافا كبيرا عن الصمام الثلاثى المفرغ . فكما سبق أن شرحنا ، يسمح الصمام الممتلىء بالغاز بمرور تيار أكبر مما يسمح به الصمام المفرغ . ولما كان الغاز يملأ الصمام ، فمن الواضح أن الالكترونات التى تخرج من المهبط تصطدم ، وهى فى طريقها الى المصعد ، بذرات الغاز المتعادلة . ويتسبب هذا التصادم فى اخراج الكترون أو أكثر من كل ذرة ، فتكون النتيجة أن يصبح تيار الالكترونات متكونا من تلك التى يقذفها المهبط مع الالكترونات التى تخرج من ذرات الغاز . وانعملية التى تفقد فيها ذرات الغاز الكترونا او أكثر من كل منها ، تسمى بعملية التأين .

وفى نفس الوقت تصبح الذرات التى فقدت بعض الكتروناتها موجبة التكهرب ( الذرات المشحونة تسمى أيونات ) ، فتنجذب الى المهبط السالب . وتمنع ملايين الالكترونات التى تحيط بالمهبط ، على شكل « شحنة فراغية » ، تمنع الالكترونات الأخرى من الوصول الى المصعد . وفى حالة وجود الغاز فى الصمام تتعادل الكترونات الشحنة الفراغية مع الايونات الموجبة مما يسمح بمرور عدد أكبر من الالكترونات الى المصعد ، وزيادة قيمة التيار . ويتغير تيار المصعد ، فى الصمام المفرغ ، بتغيير جهد الشبكة . أما فى الثيراترون ، فلا يمر أى تيار فى المصعد ، قبل أن يصبح حجز الشبكة مناسباً ، لذلك تسمى الشبكة أيضا انقطب البادى . فاذا كانت الشبكة ذات جهد سالب ، فانها سوف تطرد الالكترونات ، فلا يمر أى تيار . وكلما قل الجهد السالب على الشبكة ، مع وجود جهد مناسب على المهبط ، فسوف يأتى وقت تستطيع فيه الالكترونات أن تنير الى المصعد فيمر التيار فى دائرة المهبط والمصعد . فاذا بدأ التيار فى المرور ، مسببا التأين

فى الغاز ، فسوف يستمر مروره ، مهما ازداد الجهد السالب على الشبكة .  
والطريقة الوحيدة لوقف مرور التيار فى صمام ممتلىء بالغاز هى تقليل  
جهد المصعد الى الصفر ، أو فتح دائرة المصعد ، كما هو مبين بشكل  
١٠ - ٥٠ . وبسبب هذه الخاصية يسمى الثيراترون الصمام ذا الزفاد .

### تشغيل الثيراترون على التيار المتردد :

إذا وصل مصعد الثيراترون على تيار متردد كما هو مبين بشكل  
١٠ - ٥١ ، فسوف يتوقف مرور التيار آنيا فى أثناء نصف الموجة السالب .  
وبمجرد أن يتوقف مرور التيار فى الصمام ، يستعيد القطب البادى مقدرته  
على التحكم فى مرور التيار . والثيراترون فى هذه الدائرة يشبه صمام توحيد  
نصف الموجة ، فيما عدا أن الصمام لا يمكن أن يبدأ فى أداء مهمته ، الا بعد  
أن يصبح الجهد على الشبكة ذا قيمة مناسبة . وهذا يعنى أنه يمكن التحكم  
فى التيار فى أقل من نصف الموجة ، كما هو واضح من المنحنى الذى يمثل  
التيار مع الزمن فى شكل ١٠ - ٥٢ .

ومع هذا النوع من التنظيم بالقطب البادى ، لا يمكن أن يمر التيار  
فى أقل من ربع الموجة ، وذلك لان الصمام اذا لم يبدأ امرار التيار قبل أن  
يصل الجهد على المصعد الى قيمته القصوى ، فلن يسمح للتيار بالمرور بعد  
ذلك على الاطلاق .

### التنظيم بوساطة نقل الوجه :

بتوصيل القطب البادى مع منبع تيار متردد ، يصبح من الممكن تنظيم  
تشغيل صمام الثيراترون ، بحيث يبدأ فى السماح للتيار بالمرور عند أى  
نقطة مطلوبة على نصف الموجة . وبذلك يمكن تنظيم التيار المار فى الصمام  
بدقة أكثر من تلك التى نحصل عليها مع الدائرة المبينة فى شكل ١٠ - ٥١ .  
ويطلق على ذلك التنظيم بنقل الوجه ، وهو مهم ، وعلى الأخص عند  
استعماله لتوقيت فى عمليات اللحام ، وفى تنظيم سرعة محركات التيار  
المستمر .

### تشغيل محرك تيار مستمر على تيار متردد باستخدام صمامات الثيراترون :

كما يظهر من الدائرة المبينة بشكل ١٠ - ٥٣ ، يمكن تشغيل محرك  
تيار مستمر صغير باستخدام صمام ثيراترون . ومع عمل بعض اضافات  
قليلة فى الدائرة ، يمكن استخدامها فى تشغيل محركات كبيرة . عند قفل

المفتاح س ، يعمل التيار المار فى المقاومة ر<sub>٢</sub> على تزويد الشبكة بالجهد الموجب ، مما يؤدى الى جعل الصمام موصلا لتيار . تستخدم المقاومة ر<sub>١</sub> لمنع تشعيل الصمام ، عندما يكون المفتاح س مفتوحا ، كما أن قيمة ر<sub>١</sub> تحدد السرعة التى يدور بها المحرك ، عند قفل س . عندما يصبح الصمام موصلا للتيار ، يمر تيار مستمر متغير القيمة فى المنتج . وتغذى ملفات المجال بتيار الاثارة عن طريق صمام توحيد الموجة الكاملة المنفصل ، المبين فى الرسم .

### تنظيم السرعة فى محرك التيار المستمر

الدائرة المبينة فى شكل ١٠ - ٥٤ تشبه تلك التى فى شكل ١٠ - ٥٣ ، وتشتمل على معاوقة متغيرة ، ومقاومة متغيرة ، وذلك لتنظيم سرعة المحرك . وتستخدم المعاوقة المتغيرة لنقل وجه جهد شبكة الثيراترون ، حتى يمكن وقف توصيل التيار خلال الصمام . فبتغيير قيمة المعاوقة ، يمكن نقل وجه جهد الشبكة ، بحيث يوصل الصمام التيار أثناء أى جزء من نصف الموجة . فاذا حدث التوصيل خلال جزء صغير فقط من نصف الموجة ، نتجت سرعة صغيرة . واذا حدث التوصيل خلال الجزء الأكبر من نصف الموجة ، نحصل على سرعة أعلى . ويمكن للمقاومة المتغيرة أن تعمل على تغيير حدود السرعة أيضا ، وهذا يتوقف على قيمة المعاوقة المستعملة . تستعمل فى حالة المحركات الكبيرة تنظيمات وانايب كثيرة مختلفة ، بحيث تصبح الدوائر معقدة جدا .

### عكس اتجاه الدوران فى محرك تيار مستمر باستخدام صمامى

#### ثيراترون

يمكن عكس اتجاه الدوران فى محرك تيار مستمر باستخدام صمامى ثيراترون ومفتاح بقطب واحد ذى ناحيتين . شكل ١٠ - ٥٥ يبين رسما لتوصيل هذه الدوائر ، ويشبه هذا الرسم ماسبقه من الرسومات ، ويحتوى على ثيراترون واحد . اذا كان المفتاح فى وضع الأمام ، فسوف يدور المحرك فى اتجاه عقربى الساعة ، واذا كان المفتاح فى وضع انعكس ، فسوف يكون الصمام الثانى هو الموصل ، فيمر التيار فى المنتج فى الاتجاه العكسى ، ويتسبب فى عكس اتجاه دوران المحرك . واذا عكس وضع المفتاح بسرعة كبيرة ، فسوف يقف المحرك بسرعة . وفى كل الدوائر التى تشتمل على صمامات اثيراترون يتسبب فتح فى دوائر الشبكة فى وقف المحرك .

### الصمام الضوئي

الصمام الضوئي هو أساس كثير من التنظيمات الالكترونية ، وهو جهاز يتجاوب مع الضوء . هذا الصمام ثنائي أساسا ، وهو يحتوى ، مثل كل الصمامات الثنائية على قطبين ، مصعد ومهبط كما هو مبين بشكل ١٠ - ٥٦ . ويمر التيار عندما يكون المصعد موجبا بالنسبة للمهبط ، على شرط أن يكون المهبط مضاء .

فى صمامات التوحيد التى سبق شرحها ، تخرج الالكترونات من المهبط بعد تسخينه ، أما فى الصمام الضوئي ، فتخرج الالكترونات مع المهبط اذا وقع عليه ضوء . لذلك يوجد شرطان لتشغيل الصمام الضوئي : أن يكون المصعد موجبا ، وأن يقع الضوء على المهبط . وكلما زاد الضوء الواقع على مهبط الصمام الضوئي ، زاد التيار المار فى الصمام . ولكن أحسن شيء أن يكون هذا التيار صغيرا ، حوالى عشرين جزءا من مليون جزء من الأمبير ، وهو صغير لدرجة لا يمكن معها أن يعمل أى شغل ، وإنما يجب استخدامه مع صمام ثلاثى مكبر ، لكى يقلل متما ، وهذا بدوره يمكنه أن يبدأ أو يوقف محركا .

يبين شكل ١٠ - ٥٧ دائرة توضح كيف يعمل انصمام الضوئي على تشغيل متعم بسيط . عندما لا يسقط أى ضوء على الصمام الضوئي ، فانه لا يوصل التيار . ويصبح الجهد الكامل للبطارية ج موصلا على الشبكة س فى انصمام المفرغ . وبذلك لا يمر التيار بين المهبط والمصعد فى هذا الصمام . ولما كان المتعم فى دائرة المهبط والمصعد ، فانه سوف لا يتمغطس .

عندما يسقط الضوء على الصمام مهبط الضوئي ، تخرج منه الالكترونات ، فتتسبب فى مرور التيار من البطارية ج خلال المقاومة ر ( مقاومة عالية جدا ) ، فخلال انصمام الضوئي ، ثم مرة ثانية الى البطارية ج . وعلى الرغم من أن هذا التيار صغير جدا ، فان المقاومة ر كبيرة لدرجة تجعل سقوط الجهد عليها ذا قيمة ملحوظة ، فينخفض الجهد عند نقطة س . وبذلك تصبح الشبكة أقل سالبية ، فيمر التيار من انبطارية ب فى دائرة مصعد انصمام ويشغل المتعم . وقد يكون المتعم موصلا مع محرك ، لكى يعمل على بدئه أو إيقافه . تستخدم دائرة الصمام الضوئي فى شكل ١٠ - ٥٧ بطاريات لتشغيل ولكن من الممكن الحصول على نفس النتائج باستعمال تيار متردد بدلا من التيار المستمر . وشكل ١٠ - ٥٨ يبين دائرة ماثلة يستخدم فيها التيار المتردد .

يمكن أن نجعل الصمام الضوئي يؤدي عدة أغراض ، باستخدام عدد من التلامسات على المتتم . وشكل ١٠ - ٥٩ يبين استعمالا عاما للصمام الضوئي . وعندما يقطع سقوط الضوء على الصمام ، بسبب مرور شخص أو شيء بين مصدر الضوء والصمام والضوء للمتم ، يدور المحرك ، وبذلك يمكن استخدام الصمام الضوئي في الاستعمالات العامة ، مثل فتح الابواب وتشغيل الأجهزة الحاسبة ، والناغورات للشرب ، الخ .

### تشغيل محرك كبير بواسطة الصمام الضوئي

في شكل ١٠ - ٥٨ ، كان الصمام الضوئي يشغل متما ، فيقفل هذا بدوره مفتاحا لتشغيل محرك صغير . ومن الممكن أن يشغل هذا بدوره محركا كبيرا . والدوائر الخاصة بهذا الاستعمال مبينة بشكل ١٠ - ٦٠ .

يستخدم مفتاح بنطين ، وباحتين ، وذلك لتسمح بالتشغيل ، اما بواسطة صمام ضوئي واما بواسطة محطة ذات زر ضاغط . عندما يقع الضوء على الصمام الضوئي ، يؤدي سقوط الجهد الكبير على المقاومة الى الاقلال من سالبية الشبكة في صمام التكبير الثلاثي ، فيصبح انصمام موصلا للتيار ، ويتمغطس ملف المتتم . يقفل تلامسات المتتم ، فيتمغطس الملف الحافظ في المفتاح المغناطيسي بدوره ، ويقفل تلامس المفتاح دائرة المحرك .

وعندما ينقطع سقوط الضوء على الصمام الضوئي ، يتوقف توصيل الصمام الثلاثي للتيار ، فيفتح مفتاح المتتم ، ويتوقف المحرك عن الدوران . وعندما يكون المفتاح ذو القطبين موصلا على ناحية المحطة ذات الزر الضاغط ، فانه يمكن تشغيل المحرك بالضغط باليد على زر البدء .

الدوائر المبينة هنا هي عدد قليل من الدوائر الكثيرة ، التي تستخدم في تنظيم المحركات الكترونيا . ومعظم دوائر التنظيم بالاجهزة الالكترونية معقدة جدا ، وتحتاج الى دراسة وتحليل مفصلين قبل محاولة تحديد الخلل فيها .

CA7

## ملحق

## جدول ١ - جدول اسلاك النحاس العارية

رقم السلك	قطر السلك بالبوصة	ملاط دائرية	الوزن بالرطل لكل ١٠٠٠ قدم	المقاومة بالأوم عند ٦٨° فهرنهايت لكل ١٠٠٠ قدم
٠٠٠٠	٠.٤٦٠٠	٢١١٦.٠٠	٦٤.٠٥	٠.٤٩٩
٠٠٠	٠.٤٠٩٦	١٦٧٨.٠٠	٥٠.٧٩	٠.٦١٨
٠٠	٠.٣٦٤٨	١٣٣١.٠٠	٤٠.٢٨	٠.٧٧٩
٠	٠.٣٢٤٩	١٠٥٥.٠٠	٣١.٩٥	٠.٩٨٢
١	٠.٢٨٩٣	٨٣٦٩.٤٠	٢٥.٣٣	٠.١٢٤
٢	٠.٢٥٧٦	٦٦٣٧.٠٠	٢٠.٠٩	٠.١٥٦
٣	٠.٢٢٩٤	٥٢٦٣.٠٠	١٥.٩٣	٠.١٩٧
٤	٠.٢٠٤٣	٤١٧٤.٠٠	١٢.٦٤	٠.٢٤٨
٥	٠.١٨١٩	٣٣١٠.٠٠	١٠.٠٢	٠.٣١٣
٦	٠.١٦٢٠	٢٦٢٥.٠٠	٧.٩٤٦	٠.٣٩٥
٧	٠.١٤٤٣	٢٠٨٢.٠٠	٦.٣٠٢	٠.٤٩٨
٨	٠.١٢٨٥	١٦٥١.٠٠	٤.٩٩٨	٠.٦٢٨
٩	٠.١١٤٤	١٣٠٩.٠٠	٣.٩٦٣	٠.٧٩٢
١٠	٠.١٠١٩	١٠٣٨.٠٠	٣.١٤٣	٠.٩٩٨
١١	٠.٠٩٠٧٤	٨٢٣.٠٠	٢.٤٩٢	١.٢٦٠
١٢	٠.٠٨٠٨١	٦٥٣.٠٠	١.٩٧٧	١.٥٨٨
١٣	٠.٠٧١٩٦	٥١٧.٠٠	١.٥٦٨	٢.٠٠٣
١٤	٠.٠٦٤٠٨	٤١٠.٧٠	١.٢٤٣	٢.٥٢٥
١٥	٠.٠٥٧٠٧	٣٢٥.٧٠	٩.٨٥٨	٣.١٨٤
١٦	٠.٠٥٠٨٢	٢٥٨.٣٠	٧.٨١٨	٤.٠١٦
١٧	٠.٠٤٥٢٦	٢٠٤.٨٠	٦.٢٠٠	٥.٠٦٤
١٨	٠.٠٤٠٣٠	١٦٢.٤٠	٤.٩١٧	٦.٣٨٥
١٩	٠.٠٣٥٨٩	١٢٨.٨٠	٣.٨٩٩	٨.٠٥١
٢٠	٠.٠٣١٩٦	١٠٢.٢٠	٣.٠٩٢	١٠.١٥
٢١	٠.٠٢٨٤٦	٨١.٠	٢.٤٥٢	١٢.٨٠
٢٢	٠.٠٢٥٣٥	٦٤.٢٤	١.٩٤٥	١٦.١٤
٢٣	٠.٠٢٢٥٧	٥٠.٩٥	١.٥٤٢	٢٠.٣٦
٢٤	٠.٠٢٠١٠	٤٠.٤٠	١.٢٢٣	٢٥.٦٧
٢٥	٠.٠١٧٩٠	٣٢.٠٤	٠.٩٦٩٩	٣٢.٣٧



رقم السلك	قطر السلك بالبوصة	ملاط دالترية	الوزن بالرطل لكل ١٠٠٠ قدم	المقاومة بالأوم عند ٦٨ فهرنهايت لكل ١٠٠٠ قدم
٢٦	٠.١٥٩٤	٢٥٤ر١	٠.٧٦٩٢	٤٠ر٨١
٢٧	٠.١٤٢٠	٢٠١ر٥	٠.٦١٠٠	٥١ر٤٧
٢٨	٠.١٢٦٤	١٥٩ر٨	٠.٤٨٣٧	٦٤ر٩٠
٢٩	٠.١١٢٦	١٢٦ر٧	٠.٣٨٣٦	٨١ر٨٣
٣٠	٠.١٠٠٣	١٠٠ر٥	٠.٣٠٤٢	١٠٣ر٢
٣١	٠.٠٨٩٢	٧٩ر٧٠	٠.٢٤١٣	١٣٠ر١
٣٢	٠.٠٧٩٥	٦٣ر٢١	٠.١٩١٣	١٦٤ر١
٣٣	٠.٠٧٠٨	٥٠ر١٣	٠.١٥١٧	٢٠٦ر٩
٣٤	٠.٠٦٣٠	٣٩ر٧٥	٠.١٢٠٣	٢٦٠ر٩
٣٥	٠.٠٥٦١	٣١ر٥٢	٠.٠٩٥٤٢	٣٢٩ر٠
٣٦	٠.٠٥٠٠	٢٥ر٠٠	٠.٠٧٥٦٨	٤١٤ر٨
٣٧	٠.٠٤٤٥	١٩ر٨٣	٠.٠٦٠١	٥٢٣ر١
٣٨	٠.٠٣٩٦	١٥ر٧٢	٠.٠٤٧٥٩	٦٥٩ر٦
٣٩	٠.٠٣٥٣	١٢ر٤٧	٠.٠٣٧٧٤	٨٢١ر٨
٤٠	٠.٠٣١٤	٩ر٨٨٨	٠.٠٢٩٩٠	١٠٤٩ر٠

## معلومات اضافية عن أسلاك النحاس

يمكن تذكر جدول الاسلاك بتمهي السهولة ، اذا أمكن حفظ بعض  
النقط البسيطة ومراعاتها :

١ - السلك الذي يصغر سلكا آخر بثلاثة مقاسات له نصف مساحة  
السلك الأكبر مقاسا . فمثلا سلك النحاس رقم ٢٠ له نصف مساحة السلك  
رقم ١٧ . وعلى ذلك فان سلكين رقم ٢٠ موصلين على التوازي لهما نفس  
المساحة الفعلية لسلك رقم ١٧ .

٢ - السلك الذي يصغر سلكا آخر بثلاثة مقاسات له ضعف مقاومة  
السلك الأكبر مقاسا .

٣ - السلك الذي يصغر سلكا آخر بثلاثة مقاسات له نصف وزن  
السلك الأكبر مقاسا .

٤ - سلك النحاس رقم ١٠ قطره ١٠ ر. من البوصة تقريبا ، ومساحته ١٠٠٠٠ ميلات دائرية ومقاومته ١ أوم لكل ١٠٠٠ قدم .

على الرغم من أنه من المستحسن إعادة لف محرك بنفس مقاس السلك الذى كان مستخدما فى الملفات الأصلية ، فقد تدعو الظروف فى بعض الأحيان الى استعمال مقاس آخر . الجدول الآتى يبين مقاسات الأسلاك المتكافئة .

### المقاسات المتكافئة للأسلاك

استخدم	أسلاك لا يمكن الحصول عليها	استخدم	أسلاك لا يمكن الحصول عليها
واحد رقم ٢٥	اثنان رقم ٢٨	اثنان رقم ١٣	رقم ١٠
واحد رقم ٢٤	اثنان رقم ٢٧	اثنان رقم ١٤	رقم ١١
واحد رقم ٢٣	اثنان رقم ٢٦	اثنان رقم ١٥	رقم ١٢
واحد رقم ٢٢	اثنان رقم ٢٥	اثنان رقم ١٦	رقم ١٣
واحد رقم ٢١	اثنان رقم ٢٤	اثنان رقم ١٧	رقم ١٤
واحد رقم ٢٠	اثنان رقم ٢٣	اثنان رقم ١٨	رقم ١٥
واحد رقم ١٩	اثنان رقم ٢٢	اثنان رقم ١٩	رقم ١٦
واحد رقم ١٨	اثنان رقم ٢١	اثنان رقم ٢٠	رقم ١٧
واحد رقم ١٧	اثنان رقم ٢٠	اثنان رقم ٢١	رقم ١٨
واحد رقم ١٦	اثنان رقم ١٩	اثنان رقم ٢٢	رقم ١٩
واحد رقم ١٥	اثنان رقم ١٨	اثنان رقم ٢٣	رقم ٢٠

جدول ٢ - تيار المحرك عند الحمل الكامل في محركات التيار المستمر بالأمبير  
كل قيمة تمثل المتوسط لجميع السرعات

القدرة بالحصان	١١٥ فولت	٢٣٠ فولت	٥٥٠ فولت
$\frac{1}{2}$	٤٥	٢٣	٠٠
$\frac{3}{4}$	٦٥	٣٣	١٤
١	٨٤	٤٢	١٧
$1\frac{1}{2}$	١٢٥	٦٣	٢٦
٢	١٦١	٨٣	٣٤
٣	٢٣	١٢٣	٥
٥	٤٠	١٩٨	٨٢
$7\frac{1}{2}$	٥٨	٢٨٧	١٢
١٠	٧٥	٣٨	١٦
١٥	١١٢	٥٦	٢٣
٢٠	١٤٠	٧٤	٣٠
٢٥	١٨٥	٩٢	٣٨
٣٠	٢٢٠	١١٠	٤٥
٤٠	٢٩٤	١٤٦	٦١
٥٠	٣٦٤	١٨٠	٧٥
٦٠	٤٣٦	٢١٥	٩٠
٧٥	٥٤٠	٢٦٨	١١١
١٠٠	٠٠٠	٣٥٧	١٤٦
١٢٥	٠٠٠	٤٤٣	١٨٤
١٥٠	٠٠٠	٠٠٠	٢٢٠
٢٠٠	٠٠٠	٠٠٠	٢٩٥

الجدول رقم ٢ و ٣ و ٤ و ٥ مأخوذة من

National Electric code

جدول ٣ - تيار الحمل الكامل لمحركات التيار المتردد ذات الوجه الواحد  
بالأمبير

القدرة بالحصان	١١٠ فولت	٢٢٠ فولت*	٤٤٠ فولت
$\frac{1}{4}$	٣٣٤	١٦٧	-
$\frac{1}{2}$	٤٨	٢٤	-
$\frac{3}{4}$	٧	٣٥	-
١	٩٤	٤٧	-
$1\frac{1}{2}$	١١	٥٥	-
٢	١٥٢	٧٦	-
٣	٢٠	١٠	-
٥	٢٨	١٤	-
$7\frac{1}{2}$	٤٦	٢٣	-
١٠	٦٨	٣٤	١٧
	٨٦	٤٣	٢١٥

\* لايجاد تيار الحمل الكامل عند ٢٠٨ فولت ، ٢٠٠ فولت ، أرفع قيمة  
تيار الحمل الكامل عند ٢٢٠ فولت بمقدار ٦ ، ١٠ في المائة على وجه الترتيب .

جدول ٤ - تيار الحمل الكامل لمحركات التيار المتردد الثنائية الوجه ،  
باربعة اسلاك \*

تأثير النوع ، ذات قفص سنجابي ، وعضو دائر ملفوف ، بالامبير				القدرة بالحصان
١١٠ فولت	٢٢٠ فولت	٤٤٠ فولت	٥٥٠ فولت	
٤٣٣	٢٢٢	١٢١	٠.٩	$\frac{1}{2}$
٤٣٧	٢٢٤	١٢٢	١.٠	$\frac{3}{4}$
٥٣٧	٢٢٩	١٢٤	١.٢	١
٧٣٧	٤	٢	١.٦	$1\frac{1}{2}$
١٠٣٤	٥	٣	٢	٢
—	٨	٤	٣	٣
—	١٣	٧	٦	٥
—	١٩	٩	٧	$٧\frac{1}{2}$
—	٢٤	١٢	١٠	١٠
—	٣٣	١٦	١٣	١٥
—	٤٥	٢٣	١٩	٢٠
—	٥٥	٢٨	٢٢	٢٥
—	٦٧	٣٤	٢٧	٣٠
—	٨٨	٤٤	٣٥	٤٠
—	١٠٨	٥٤	٤٣	٥٠
—	١٢٩	٦٥	٥٢	٦٠
—	١٥٦	٧٨	٦٢	٧٥
—	٢١٢	١٠٦	٨٥	١٠٠
—	٢٦٨	١٣٤	١٠٨	١٢٥
—	٣١١	١٥٥	١٢٤	١٥٠
—	٤١٥	٢٠٨	١٦٦	٢٠٠

\* قيمة التيار في السلك المشترك للتوصيلات الثنائية الوجه ، ذات  
الثلاثة الاسلاك ، ١.٤١ من القيمة المعطاة .

## جدول ٥ - تيار الحمل الكامل لحركات التيار المتردد الثلاثية الوجه

تأثير النوع ، ذات قفص سنجابي ، وعضو دائر ملفوف بالأمبير				القدرة بالحصان
٥٥٠ فولت	٤٤٠ فولت	٢٢٠ فولت*	١١٠ فولت	
١	١ر٣	٢ر٥	٥	$\frac{1}{2}$
١ر١	١ر٤	٢ر٨	٥ر٤	$\frac{3}{4}$
١ر٣	١ر٧	٣ر٣	٦ر٦	$\frac{1}{4}$
٢	٢ر٤	٤ر٧	٩ر٤	$1\frac{1}{2}$
٢ر٤	٣	٦	١٢	٢
٤	٤ر٥	٩	٠٠	٣
٦	٧ر٥	١٥	٠٠	٥
٩	١١	٢٢	٠٠	$٧\frac{1}{2}$
١١	١٤	٢٧	٠٠	١٠
١٥	١٩	٣٨	٠٠	١٥
٢١	٢٦	٥٢	٠٠	٢٠
٢٦	٣٢	٦٤	٠٠	٢٥
٣١	٣٩	٧٧	٠٠	٣٠
٤٠	٥١	١٠١	٠٠	٤٠
٥٠	٦٣	١٢٥	٠٠	٥٠
٦٠	٧٥	١٤٩	٠٠	٦٠
٧٢	٩٠	١٨٠	٠٠	٧٥
٩٨	١٢٣	٢٤٦	٠٠	١٠٠
١٢٤	١٥٥	٣١٠	٠٠	١٢٥
١٤٤	١٨٠	٣٦٠	٠٠	١٥٠
١٩٥	٢٤٠	٤٨٠	٠٠	٢٠٠

\* لايجاد الحمل الكامل عند ٢٠٨ فولت ، و ٢٠٠ فونت ، ارفع قيمة الحمل الكامل ٢٢٠ فولت بمقدار ٦ ، ١٠ في المائة على الترتيب .

## جدول ٦ - السرعات المتزامنة المختلفة

عدد الأقطاب	٦٠ ذبذبة	٥٠ ذبذبة	٤٠ ذبذبة	٢٥ ذبذبة
٢	٣٦٠٠	٣٠٠٠	٢٤٠٠	١٨٠٠
٤	١٨٠٠	١٥٠٠	١٢٠٠	٩٠٠
٦	١٢٠٠	١٠٠٠	٨٠٠	٦٠٠
٨	٩٠٠	٧٥٠	٦٠٠	٤٥٠
١٠	٧٢٠	٦٠٠	٤٨٠	٣٦٠
١٢	٦٠٠	٥٠٠	٤٠٠	٣٠٠
١٤	٥١٤٫٢	٤٢٨٫٦	٣٤٣	٢٥٣٫٣
١٦	٤٥٠	٣٧٥	٣٠٠	٢٢٥
١٨	٤٠٠	٣٣٣٫٣	٢٦٦٫٦	١٨٧٫٥
٢٠	٣٦٠	٣٠٠	٢٤٠	١٦٦٫٦
٢٢	٣٢٧٫٢	٢٧٢٫٦	٢١٨٫٢	١٥٠
٢٤	٣٠٠	٢٥٠	٢٠٠	١٣٦٫٣
٢٦	٢٧٧	٢٣٠٫٨	١٨٤٫٥	١٢٥
٢٨	٢٥٧٫١	٢١٤٫٢	١٧١٫٥	١١٥٫٤
٣٠	٢٤٠	٢٠٠	١٦٠	١٠٧٫١
٣٢	٢٢٥	١٨٧٫٥	١٥٠	١٠٠
٣٤	٢١٢	١٧٦٫٥	١٤١٫١	٩٣٫٧
٣٦	٢٠٠	١٦٦٫٦	١٣٣٫٣	٨٨٫٢
٣٨	١٨٩٫٥	١٥٧٫٩	١٢٦٫٣	٨٣٫٣
٤٠	١٨٠	١٥٠	١٢٠	٧٨٫٩
٤٢	١٧١٫٥	١٤٢٫٨	١١٤٫٢	٧٥
٤٤	١٦٣٫٥	١٣٦٫٣	١٠٩	٧١٫٤
٤٦	١٥٦٫٦	١٣٠٫٥	١٠٤٫٣	٦٧٫٤
٤٨	١٥٠	١٢٥	١٠٠	٦٣٫٧
٥٠	١٤٤	١٢٠	٩٦	٦٠
٥٢	١٣٨٫٥	١١٥٫٤	٩٢٫٣	٥٦٫٣
٥٤	١٣٣٫٣	١١١٫١	٨٨٫٩	٥٣٫٣

## فهرس

## صفحة

صفحة القطبية في أقطاب اتوحيد	١٩٢
صفحة وضع حامل الفرشة	١٩٩، ١٩٨
قصور بين القضبان المتجاورة	١٨٢، ١٨١
ملف مفتوح ، زوام	١٧٥
ملف مقصور باستخدام الزوام	٢٤ ، ١٧٠
ملف معكوس ، من قضيب الى قضيب	١٧٦، ١٧٥
موائد التيار المستمر	٢٦١ - ٢٦٨
محركات اختيار المستمر	١٩٤ - ٢٠٠
ملفات متماسة أرضيا	٢١ ، ١٩٤
موحد مقصور	١٨١
أسمنت الموحد	١٨١
أقطاب المحرك ذو الوجه المشطور	١٥
أقطاب توحيد	١٩٢، ١٩١
قطبية	١٩٢
قطبية	١٩٢
انزلاق	٥١

## ( ب )

بادئات ، أو بادئ	١٣٠ - ١٤٦
آلية	١٤٥، ١٣٩
اسطوانية	١٤٦، ١٤٥
المغناطيسية	١٣١ - ١٣٤
العكس المغناطيسي	١٣٧
العكس على الخط	١٣٦
بادئ المقاومة من نوع الريوستات	١٣٨، ١٣٩
بادئ المقاومة الابتدائي الآلي	١٣٩
بادئ المقاومة الثانوية	١٤٠
بادئ يدوي للمحركات التنافرية	١٣١ ، ١٣٢

## صفحة

## ( ا )

أحجار الموحد	١٨٣
اختبار البوصلة	٢٥ ، ١٨٩
اختبار التماس الأرضي	
في المحرك التنافري	٧٩ ، ٨٠
اختبار القطبية	٢٥ ، ١٨٩ ، ١٩٠
اختبار باستخدام الزوام	
في منتجات التيار المستمر	١٦٩
اختبار بالمسمار	٢٥ ، ١٩٠
اختبار الفتحات ، في	
المحرك التنافري	٨٠ ، ٨١ ، ٨٤
المحرك الثلاثي الوجه	١٣١ ، ١٣٢
المحرك ذو القطب المظلل	٢٥٧
المحرك ذو الوجه المشطور	٢٢ ، ٢٣
المحرك العام	٢٥٢
اختبار لمعرفة الأطراف الستة في المحرك	
المركب	١٩٧
اختبار جهاز الدياس ، منتجات التيار	
المستمر	١٦٨ ، ١٧٢
اختبار التماسات الأرضية بوساطة الزوام	١٦٨
الفحص بمجرد النظر	١٦٧
القياس من قضيب الى قضيب	١٦٧، ١٧١
الكشف عن نوع التوصيل متباين أو متشابه	١٩٧
التماسات الأرضية	٢١، ٢٥، ٥٨، ١١٨
	١٩٥ ، ١٩٤
المحرك ذو المكثف	٥٥ - ٥٨
بالمحاولة	١٦٩
دوائر مفتوحة من قضيب الى قضيب	١٧٤
زوام	٢٤، ٣٢، ١٧٠، ١٧١



## صفحة

تزامن المرددات .. .. .	٢٧٤
طريقة الاطلام التام .. .. .	٢٧٥
واحد مظلم واثنان مضيئان .. .. .	٢٧٤
تشغيل على التوازي ، المرددات .. .. .	٢٧٤
مولدات اتيار المستمر .. .. .	٢٦٧
تعدين .. .. .	٧٣
تعدي الحمل .. .. .	٨٦
توصيل المحركات الثنائية الوجه .. ١١١ - ١١٣	
توصيل ملفات المجال ،	
بطريقة البوصلة .. .. .	١٨٩
بطريقة المسمار .. .. .	٩٠
بطريقة التجربة والخطا .. .. .	١١٩
توصيل الملفات بطريقة الاقطاب المتعاقبة ٢٠ ، ١٠٧	
توصيل الملفات ،	
المحرك ذو مكثف البدء والحركة ٤٠ - ٤٧	
المحرك التنافري-البدء، التأثيري الحركة ٧١-٧٥	
المحرك الثلاثي الوجه .. .. . ٩٤ - ٩٨	
المحرك ذو الوجه المشطور .. ١٥ ، ١٦	
على التوالي في المحرك ذي الوجه المشطور ١٦	
على التوالي في المحرك ذي الوجه المشطور ١٧	
محركات المراوح .. .. . ٢٥٩	
توصيلات متقاطعة في ، .. .. .	
المحرك التنافري .. .. . ٦٩ ، ٧٢ ، ٧٣	
منتجات التيار المستمر .. .. . ١٦١	
توصيلة دلتا ، محرك ثلاثي الوجه .. ١٠٢	
توصيلة نجمة ، محرك ثلاثي الوجه .. ١٠٠	
توصيلات معادلة في المحرك التنافري ٦٩، ٧٢، ٧٣	
منتجات التيار المستمر .. .. . ١٦١	
مولدات التيار المستمر .. .. . ٢٦٧	
توصيل على التوازي ،	
المحرك التنافري-البدء ، التأثيري-الحركة ٦٧	

## صفحة

ي. ذو مقاومة بجهد مخفض .. .. .	١٣٨
ي. مقاومة ابتدائية .. .. .	١٣٩
ي. نجمة دلتا .. .. .	١٤٥
ي. محول ذاتي .. .. .	١٤١
عزم الدوران الابتدائي .. .. .	١٢٩
على الخط المغناطيسي .. .. . ١٣١ ، ١٣٢	
مفتاح ذو زر ضاغط .. .. .	١٣٠
ملف حافظ .. .. . ١٣٢ ، ١٣٣ ، ١٣٤	
نقط تلامس مساعدة أو حافظة .. ١٣١	
نقط تلامس رئيسية .. .. .	١٣٣

## ( ت )

## تأثيري ،

محرك تنافري - البدء، تأثيري الحركة ٦٤-٧٨	
محرك توال تأثيري .. .. . ٧٨	
تحديد الخلل واصلاحه في ،	
المحرك ذو المكثف .. .. . ٥٥ - ٦١	
المحرك العسام .. .. . ٢٥٢	
المحركات التنافرية .. .. . ٨٠ - ٩٠	
المحركات الثلاثية الوجه .. .. . ١١٨ - ١٢٨	
محركات الوجه المشطور .. .. . ٢١ - ٣٦	
محركات التيار المستمر .. .. . ١٩٤ - ٢١٢	
منتجات التيار المستمر .. .. . ١٦٥ - ١٨٣	
منظمات التيار المستمر .. .. . ٢٣٧ - ٢٣٩	
منظمات اتيار المتردد .. .. . ١٥٠ - ١٥٢	
مولدات التيار المستمر .. .. . ٢٦١ ، ٢٦٢	
تحميم ودهان بالورنيش في ،	
المحركات ذات الوجه المشطور .. ١٨ ، ١٩	
المحركات المتعددة الوجة .. .. . ٩٢ ، ١٢٣	
تحليل متاعب المحركات .. .. . ٤ ، ٥	
توجيه الاطراف .. .. .	١٥٥

## صفحة

- جهاز ضبط تمدد الحمل في ،  
المحرك ذو الوجه المشطور ٢٨ ، ٢٩  
جهاز توقيت ،  
بوقت محدد ١٤٦

## ( ج )

- حامل الفرش : ٧٦ ، ٧٧ ، ٦٤  
المحرك التنافري ٧٦ ، ٧٧ ، ٧٥  
محركات التيار المستمر ١٨٦  
حركة محورية ٨٦  
حلقات انزلاقية ١٤٠  
حلقات V ١٧٧  
حلقة V في الموحد ١٧٨  
حلقات الميككا V ١٧٩ ، ١٨٠  
حل ، المحرك التنافري ٧٠ ، ٧١  
المحرك ذو الوجه المشطور ٩ ، ١٠  
المحرك الثلاثي الوجه ٩٦  
المحرك العام المعوض ٢٥٠  
حماية من تمدد الحمل ٢٢٣  
حيز جانبي ٨ ، ٩٤

## ( خ )

- خلل الكراسي واصلاحه ٣٥ ، ٣٦  
كرسي متجمد ٣٠  
خطوة الموحد ، في محركات التيار المستمر ١٦٠  
في المحركات التنافرية ٧٤  
خطوة الملفات ٩

## ( د )

- درجة كهربية ، المحرك انعام ٢٥٠  
المحرك ذو المكثف ٤٩ ، ٥٢  
دوائر مفتوحة ، المحرك ذو المكثف ٥٧  
محركات الوجه المشطور ٢٧ ، ٢٨

## صفحة

- المحرك ذو مكثف البدء ٤٣  
المحرك ذو مكثف البدء والحركة ٥٠  
المحرك ذو الوجه المشطور ١٧  
المحرك الثلاثي الوجه ١٠٣ ، ١٠٤  
توصيلات العضو الثابت غير صحيحة ١٥  
تنظيم المحركات الكترونيا ٢٧٦  
تنظيم سرعة محرك تيار مستمر ٢٨٣  
تنظيم السرعة ، المحركات العامة ٢٥٠  
جهاز الطرد المركزي ٢٥١ ، ٢٥٢  
طريقة المقاومة ٢٥١  
مجال ذو نقط تقسيم ٢٥١  
تنقيل ١٣٥  
توحيد نصف موجة ٢٧٨  
توحيد موجة كاملة ٢٧٩  
المستمر ، جدول ٢٩٠  
محركات التيار المتردد المفردة الوجه ، جدول ٢٩١  
محركات التيار المتردد الثلاثية الوجه ، جدول ٢٩٣  
تماسات أرضية ،

- المحرك ذو المكثف ٥٨  
محركات التيار المستمر ١٩٤  
محركات الوجه المشطور ٢١ ، ٢٢ ، ٢٤

## ( ث )

- ثيراترون ٢٨١  
تشغيل محرك تيار مستمر على تيار متردد ٢٨٢

## ( ح )

- جهاز القصر المركزي - الطردى ٦٥ ، ٦٦  
جهاز الطرد المركزي ٦٥ ، ٦٦

صفحة

صفحة

٢٧٨	المهبط
٢٧٨	الفتيل
٢٨١	الثيراترون
٢٧٨	توحيد نصف موجة
٢٨٤	صمام ضوئي
٢٨٠	صمام ذو ثلاثة اقطاب
٢٧٧	صمام ذو قطبين
٢٧٧	غلاف
٢٧٩	ممتلىء بالغاز
٢٧٧	نظرية
٢٨١	صمام ثيراترون
٢٨٢	صمام ذو زنناد
٢٧٩	صمامات ممتلئة بالغاز
٢٨٠	الاستعمال
٢٨١	الثيراترون
٢٨٠	الشبكة
٢٨١	سلبية الشبكة
	سندوق بدء ذو اربع نقط ، موصل الى
٢٢٠	محرك مركب
٢١٦	فاتح الدائرة بانعدام الجهد
٢١٤	سندوق بدء ذو ثلاث نقط
٢١٥	فاتح الدائرة بانعدام المجال
٢١٥	ملف حافظ
	مفتاح عاكس ،
٢١٩	موصل الى محرك مركب
٢٢٠	موصل الى محرك تواز

( ع )

١٥٥	عازل ، منتجات التيار المستمر
١١، ١٠، ٦، ٥	المحرك ذو الوجه المشطور
٣١	عضو دائر ، انحناء عمود
٦ ، ٦١ ، ٣٣	فضبان محلولة

( د )

١٦٥ ، ١٦٤	ربط منتجات التيار المستمر
١	رقائق
٢١٧	ريوستات ذو اربع نقط لتغيير السرعة

( ج )

١٧١ ، ١٧٠ ، ٧٤ ، ٣٢ ، ٢٦	زوام
--------------------------	------

( س )

٣٨	سائل كهربى
٣٨	سعة المكثف
٥٣	سعة فعلية
١٩ ، ١٨	سرعة المحركات ذات الوجه المشطور
٢٩٤	سرعات متزامنة ، جدول
٢٨٧	سلك من النحاس الناعى ، جدول
٢٧٥	سينكرو
٢٧٦	تشغيل
٢٧٥	توصيل العضو الثابت
٢٧٦	جهاز ارسال
٢٧٦	جهاز استقبال
٢٧٧ ، ٢٧٦	عضو دائر
٢٧٥	ملفات العضو الثابت

( ش )

٢٩	شاقة
٢٤٥	شرر المحركات العامة
٢٨١	شحنة فراغية

( ص )

٢٨٥ - ٢٧٧	صمامات الكترونية
٢٧٨	اقطاب كهربية
	صمامات الكترونية
٢٧٨	المصدر لو اللوح

صفحة

## (ح)

غطاءان جانبيان ( أو دعامتان جانبيتان )  
مثبتان بطريقة غير صحيحة في المحركات  
التنافرية ٣٠

## (ف)

فتحة ، فتحات ( انظر اختبار الفتحات )  
فرش ذات وصلة ذيل ٢١٠  
فرملة ديناميكية ٢٣٤ ، ٢٣٣

## (ق)

قضبان الموحد ١٧٦  
قطاعات الميككا ١٧٨ ، ١٧٧  
المحركات المتزامنة ٢٧٤  
المحركات ذات الاقطاب المظلمة ٢٥٦ ، ٢٥٥  
قواطع الدائرة المغناطيسية ٢٢٢  
قياس الجهد والتيار في مولد اختيار المستمر ٢٦٨

## (ك)

كراسي جلبة، المحرك ذو الوجه المشطور ٩٢، ٢٩، ٢  
كراسي بلي، المحرك ذو الوجه المشطور ٩٢ ، ٢

## (ل)

لف بالحزمة ١٥ ، ١٤  
التغيير من لف يدوي الى لف بالحزمة ١٦ ، ١٥  
المحركات العامة ٢٤٨  
لف تموجي ، منتجات التيار المستمر ١٦١، ١٦٠  
محرك تنافري - البدء - تأثيري - الحركة ٧٧، ٧٦  
لف ، المحرك ذو مكثف البدء ٤٠ ، ٣٩  
المحرك ذو مكثف البدء والحركة ٤٣ ، ٤٠  
المحرك التنافري - البدء - التأثيري -

صفحة

قفص سنجابي ٧٩ ، ٣٩ ، ٤ ، ١  
محرك ذو مكثف ٣٩  
المحرك ذو الوجه المشطور ١

## عضو دائر

محرك متزامن ٢٧٤  
محرك ثلاثي الوجه ١٢٦ ، ٩١  
محركات تنافرية ٩١ ، ٦٣  
ملفوف ٦٤ ، ٦٣  
عكس التوصيلات في المحرك ذي المكثف ٤٠  
عكس اتجاه الدوران ، ٠٠٠٠

المحركات ذات مكثف البدء ٤٩  
المحركات التنافرية البدء والحركة ٧٦ ، ٧٥  
المحركات اثلثية والثنائية الوجه ١١٨  
المحرك ذو الوجه المشطور ٢٥  
محركات التيار المستمر ١٩٣  
محرك توال ١٩٣  
محرك تواز ١٩٣  
محرك مكثف البدء والحركة ٤٩  
المحركات المركبة ١٩٣

## عزم دوران ابتدائي في

المحرك التنافري ٧٩ ، ٧٨  
المحرك التأثيري التنافري ٧٩  
المحرك التنافري - البدء - التأثيري -  
الحركة ٦٩ ، ٦٤  
المحرك ذو مكثف البدء ٣٩  
المحرك ذو مكثف البدء والحركة ٦١  
عضو ثابت ، المحرك ذو المكثف ٣٩  
المحرك التنافري ٧٨  
المحرك ذو الوجه المشطور ٣  
المحرك الثلاثي الوجه ١٠٨ ، ١٠٧ ، ٩١

صفحة

صفحة

محركات التيار المستمر ١٨٥ - ٢١٢

أجزاء ١٨٥ ، ١٨٦

اختبار القطبية ١٨٩ ، ١٩٠

اختبار القطبية في أقطاب التوحيد ١٩٢

التوصيلات ٢٠٠ - ٢١٢

التكوين ١٨٥

التوصيلات ١٨٦ ، ١٩٠

الاطار ١٨٥

اقطبية في أقطاب التوحيد ١٩٣

المنتج ١٨٥

الكراسى ١٨٦

الغطاءان الجانبيان ١٨٦

الأقطاب المغناطيسية ١٨٧ ، ١٨٨

المركبة ١٨٦ ، ١٩٠

الفرش ليست فى وضع التعادل ١٩٩

التشغيل بضجيج ٢٠١

أقطاب التوحيد ١٨٨ ، ١٩١

الاختبار للكشف عن الفتحات ١٩٥ ، ١٩٦

المعز عن الدوران ٢٠٠

الاختبار ١٩٤ ، ٢٠٠

الاختبار لمعرفة الأطراف ١٩٧

اختبار التماس الأرضى ١٩٤ ، ١٩٥

تحديد الخلل واصلاحه ١٩٤ - ٢١٢

محركات التيار المستمر ٢٠٦

تماس حامل الفرشة مع الأرض ٢٠٦

توصيل ١٨٩ - ١٩٠

توال ١٨٦

تعدي الحمل ٢٠٦

توصيل أقطاب المجال ١٨٩ ، ١٩٠

توصيلة متباينة ١٩١

تواز ١٨٦ ، ١٩٠

الحركة ٧٢ - ٧٠ ، ٦٧

المحرك ذو الوجه المشطور ١٠ ، ١١ ، ٦ ، ٥

المحرك المتزامن ٢٧٠

المحرك الثلاثى الوجه ٩٤ - ٩٨

المحرك اثنائى الوجه ١١١ - ١١٣

المحركات العامة ٢٤٤ ، ٢٤٥

المجال المعوض ٢٥٠

منتج التيار المستمر ١٥٤ ، ١٦١

لحام منتجات المحرك المستمر بالقصدير ١٦٣ ، ١٦٤

لف على ضبعة ، المحرك ذو الوجه المشطور ١٢ ، ١٣

لف يدوى ١١

( م )

ماسك السلك ١٦٥

متمم تعدى الحمل

بمنظم حرارى ٤٢ ، ٤٣

فى محركات التيار المستمر ٢٢٢ - ٢٢٤

بملف تسخين ١٣٢ ، ١٣٩ ، ١٤٠

متممات حرارية ١٣٢

متمم تنقيط ١٤٩

متمم مؤقت ١٤٤ - ١٤٦

محرك التوالى ١٨٦ ، ١٩٠

توصيلات ١٩٠

خواص التشغيل ١٨٦

ملفات المجال ١٨٦

ينور بدون حمل ٢٠٣

محرك التوازي ١٨٧ ، ١٩٠

توصيلات ١٩٠

خواص التشغيل ١٨٧

ملفات المجال ١٨٧

صفحة

عزم الدوران الابتدائي	١٩٠٦٤
عكس اتجاه الدوران	٧٦ ، ٧٥
مزدوج الجهد	٧٩ ، ٦٧
معامل القدرة	٧٨
ملفات	٧٩ ، ٧١ ، ٦٧
ملفات التعويض	٧٨
منتج	٧٥ ، ٧٤ ، ٧٢ - ٦٩
اتساح الموحد	٨٩٠٠
اتساح عقد الطرد المركزي	٨٧
اخذ المعلومات	٦٨
ارتفاع الميككا ، عن سطح الموحد	٩٠
التصليحات	٨١
التماس الأرض	٨٠
الغطاءان الجانبيين	٦٤
المضو الثابت	٦٧ ، ٦٣
المضو الدائر	٦٤ ، ٦٣
الميو، عدم تلامس الفرش مع الموحد	٨٢، ٨١
الفرش	٧٧ ، ٧٦ ، ٧٤ ، ٦٦
الفتحات والتوصيلات المعكوسة	٨٤
الموحدات	٧٤ - ٧١
تآكل الشفة على حاس الفرشة	٨٩
تآكل الكراسي	٨٣
تحديد الخلل وأصلحه	٩٠ - ٧٩
تحديد دوائر القصر	٨٥ ، ٨٤
تلتصق الأوزان المركزية الطاردة	٨٨
تماس ملفات الأقطاب مع الأرض	٩٠، ٨٩
جهاز الطرد المركزي مجمع بطريقة	
غير سليمة	٨٨
حوامل الفرش	٧٧ ، ٧٦
حركة محورية زائدة	٨٧ ، ٨٦
حمل زائد	٨٥

صفحة

حامل الفرشة	١٩٩ - ١٨٦
خطا في ترحيل الاطراف	٢١١
خطا في قطبية أقطاب التوحيد	٢١١
خطا في قبضة الجهد المستعمل	٢٠٨
خواص التشغيل	١٨٧ ، ١٨٦
ضخف تلامس الفرش	٢١٠
عكس اتجاه الدوران	١٩٤ ، ١٩٣
عكس توصيل طرفي المنتج	١٩٤
فرش متسخة	٢٠٢
فتح في دائرة المنتج	٢٠٢
فتح في ملفات المنتج	٢٠٢
فتح في دائرة ملفات المجال	٢٠٣
فتح في ملفات التوازي	٢٠٣
قضبان عالية أو منخفضة	٢١٢
قوة دافعة كهربية مضادة	٢٠٨
قصر في ملفات المجال	٢٠٣
منتج مقصور	٢٠٤
موضع حامل الفرش	١٩٨ ، ١٩٤
ملفات المجال	١٨٩ ، ١٨٨
ميككا عالية	٢١٢
نقطة التعادل	١٩٩
يدور بسرعة زائدة	٢٠٠
يدور وهو زائد السخونة	٢٠١
يصدر شررا	٢٠١
ينطلق في الدوران	٢٠٨
يلدور ببطء	٢٠٠
محرك تنافري	٦٣
المضو الثابت	٦٣
التكوين	٦٤ ، ٦٣
محرك تنافري	
	٦٧

## صفحة

٧٤	لف متقدم ولف متقهقر
١٧ ، ٧٠	لف انطباقي
٦٧	لف يدوي وعلى ضبعة
٧١ ، ٧٠	لف المنتجات
٦٧	ملفات العضو الثابت
٦٧	ملفات ملفوفة على ضبعة
٧١ ، ٧٠	ملفات المنتج
٧٥ ، ٧٤ ، ٧١	منتج ملفوف لفا تدوجيا
٧٧	نقطة التعادل
٧٩	محرك تنافري - تأثيري
٧٩	ملفات القفص السنجابي
	محرك تنافري - تأثيري
٧٩	مزدوج الجهد
١١١ - ٩١	محركات ثلاثية الوجه
١٢١	اختبار التوازن
١١٩ ، ١١٨	اختبار التماس الارضى
١٢١ ، ١٢٠	اختبار بوساطة ازوام
١٢٠ ، ١١٩	اختبار الدوائر المفتوحة
١٢٢	اختبار القطبية
٩٣ ، ٩٢	أخذ المعلومات
١٢٨ - ١١٨	اصلاح
	اعادة التوصيل او اعادة اللف لتغيير
١١٧	الذبذبات
١١٦	اعادة اللف لتغيير السرعة
١١٥ ، ١١٤	اعادة اللف لتغيير الجهد
١١٨	الاختبار
٩١	العضو الدائر
٩١	القطبان الجانبيان
١٢٢ ، ١٢١	القصورات والمكوسات
١٢٢ ، ١٢١	أوجه معكوسة
٢٢ ، ٩٢	تحريض ودهان بالورنيش

## صفحة

٨٥	خطا في توصيلات الاطراف
٨٥	خطا في موضع حامل الفرش
	رفع الفرش من فوق الموحد قبل الاوان
٨٧ ، ٨٦	المناسب
	محرك تنافري
٨٢	ساخنا بصورة زائدة
٨٨	فتح في دائرة المنتج او العضو الثابت
٨٩-٨٨	مقدار الشد في البولب غير مضبوط
٨٣	لم يصل الى سرعته المعتادة
٨٣	يصدر طيننا دون أن يدور
٨٧-٦٤	محرك تنافري البدء - تأثيري الحركة
٧٤	اختبار بالازوام
٦٧	التوصيلات
٧٤	التوصيلات المتقاطعة
٦٨	تسجيل المعلومات
٦٤	تشغيل
٦٩	تكوين المنتج
٦٧	توصيل على التوازي
٦٧	توصيل على التوالي
٦٥	جهاز الطرد المركزي
٦٥	جهاز القصر المركزي - الطردى
٦٧	جهد مزدوج
٧٦	حوامل الفرش الثابتة
٧٧ - ٨٦	حوامل فرش كارتريدج
٧١	حمل
٧٤	خطوة الموحد
٦٦	ذو الفرش الراكبة
٦٤	ذو الفرش المرفوعة
٧١	عازل
٧٦	عكس اتجاه الدوران
٧٠	عزم الدوران الابتدائي

صفحة

ملفات السلة .. .. . ٩٧ ، ٩٣
ملف ماسي .. .. . ٩٥ ، ٩٤
ملفات معكوسة .. .. . ١٢٢
محرك ثنائي الوجه .. .. . ١١١ - ١١٤
اعادة التوصيل لتشغيله محركا ثلاثي
الوجه .. .. . ١١٢ ، ١١٣ ، ١١٤
اعادة اللف لثلاثة اوجه .. .. . ١١٢ ، ١١٣
عكس اتجاه الدوران .. .. . ١١٨
ملفات .. .. . ١١٢ ، ١١٣
محرك ثنائي السرعة ، منظمات السرعتين
ذو الوجه المشطور .. .. . ١٨
محركات ثلاثية الوجه .. .. . ١٠٧ ، ١٠٨
محرك ذو الوجه المشطور .. .. . ١ - ٣٦
اجزاء .. .. . ١ ، ٢ ، ٣
اخذ المعلومات .. .. . ٦ - ٩
ازدياد سخونة المحرك وهو دائر ٣٤ ، ٣٥
اعادة اللف .. .. . ١١ ، ١٥
الاختبار ، التماس الارضى ، التوصيلات
المعكوسة ، دوائر القصر .. .. . ٢١ - ٢٤
الاقطاب المتعاقبة .. .. . ٢٠
التحميص والدهان بالورنيش .. .. . ١٨
الغطاء الجانبى مثبت بطريقة غير سليمة ٣٠
اللف على ضيعة .. .. . ١٢ ، ١٣
اللف اليدوى .. .. . ١١ ، ١٢
اللف بالحزمة .. .. . ١٣ ، ١٤
انعناء عمود العضو الدائر .. .. . ٣١
تاكل الكراسى .. .. . ٢٨ ، ٣٣
تحديد الخلل .. .. . ٢١ ، ٢٥
تشغيل .. .. . ٤
تصليحا .. .. . ٢٥
تكوين .. .. . ١ - ٣

صفحة

تشغيل .. .. . ٩٢
توصيل .. .. . ٩٧ ، ٩٨
توصيل على التوازي .. .. . ١٠٢
توصيل على التوازي .. .. . ١٠٣
توصيل بطريقة المجموعة المتخطاة ١٠٣
توصيل T أو توصيلة سكوت ١١٢ ، ١١٣
توصيلة الاقطاب المتعاقبة .. .. . ١٠٧
توصيل الملفات .. .. . ٩٩
توصيل من القمة الى القمة .. .. . ١٠٦
حل .. .. . ٩٣ ، ٩٤
حيز جانبي .. .. . ٩٤
رسم تخطيطى .. .. . ١٠١
دوران المحرك ببطة .. .. . ١٢٣
سخن بصورة زائدة .. .. . ١٢٤
طريقة التعرف على نوع التوصيل ١٠٣ ، ١٠٤
عزل الملفات .. .. . ٩٥ ، ٩٦
عزل العضو الثابت .. .. . ٩٤ ، ٩٥
محركات ثلاثية الوجه .. .. .
عضو ثابت .. .. . ٩١ ، ٩٤ ، ١٢٢
عكس اتجاه الدوران .. .. . ١١٨
قطبية .. .. . ١٢٢
لم يدر بالطريقة الملائمة .. .. . ١٢٣
مجار .. .. . ٩٣
مجال مغناطيسى .. .. . ١٢١ ، ١٢٢
مجموعات .. .. . ٩٩ - ١٠١
مجموعات فردية .. .. . ١١٠ ، ١١١
مجموعة قطب - وجه .. .. . ١٠٠
مجموعة ملفات معكوسة .. .. . ١٢٢
معادل التوصيل من ثنائى الوجه ١١٢ ، ١١٣
موصل نجمة .. .. . ١٠٠
موصل دلتا .. .. . ١٠٢



## صفحة

٥٧	دوائر مفتوحة
٦١	عزم الدوران الابتدائي منخفض
٣٩	مفتاح الطرد المركزي
٦١	يطن المحرك
٥٤ - ٤٨	محرك ذو مكثف البدء والحركة
٣٩	اعادة اللف
٤٨	المفرد القيمة
٥٢	المزدوج القيمة
٥٢	ثلاثي السرعة ، مفرد الجهد
٦١ ، ٣٩	عزم الدوران
٥٠	عكس اتجاه الدوران
٥٤	غير قابل لعكس اتجاه الدوران
٥٤	قابل لعكس اتجاه الدوران
	مزدوج لجهد غير قابل لعكس اتجاه
٥٤	الدوران
	مزدوج السرعة ، مفرد الجهد ، مفرد
٥٠	القيمة
٤٩	مزدوج الجهد ، مفرد القيمة
٤٨ ، ٤٠	ملفات البدء
٤٨ ، ٤٠	ملفات الحركة
٥٠	يمكن عكس اتجاه دورانه
٢٥٧ - ٢٥٣	محرك ذو قطب مغنط
٢٥٤	أجزاء
٢٥٧	الاختبار
٢٥٤	التكوين
٢٥٤	العضو الثابت
٢٥٤	العضو الدائر
٢٥٦ ، ٢٥٥	الملفات
٢٥٥	الملف المغنط
٢٥٤	تشغيل

## صفحة

١٥	توصيل
١٦	توصيل على التوازي
١٦	توصيل على التوالي
٩	حل
١٨	ذو سرعتين
١١، ١٠	عزل المجارى
١٨	عكس اتجاه الدوران
٢٨	فتح في دائرة جهاز ضبط تمدد الحمل
٢٤ ، ٢٣	قصر في الملفات
٣	ملفات القفص السنجاى
٤ ، ٢	ملفات البدء ( أو المساعدة )
٢٦، ٢٥، ٢٢	ملفات الحركة مفتوحة
٣٢ ، ٣١	ملفات البدء تبقى في اندائرة
٢١	ملفات متماسة مع الارض
٤ ، ٢	ملفات الحركة ( أو الرئيسية )
٢٦ ، ٢٥	يمجز عن البدء
٣٧ ، ٣٦	يدور مضحوبا بضجة
٣١	يدور ببطء
٦١ - ٣٧	محرك ذو مكثف
٥٧	لحترق المصهر
٥٨ - ٥٦	الاختبار
٥٨	التماسات الارضية
٥٨	التصليحات
٣٩	العضو الدائر
٣٩	العضو الثابت
٣٩	الغطاءان الجانبيان (أو الدعامتان الجانبيتان)
٥٨ ، ٥٧	القصر
٣٨ ، ٣٧	المكثفات
	محرك ذو مكثف
٦١ - ٥٦	تجديد الخلل واصلاحه
٦١	تصاعد الدخان من المحرك

صفحة	صفحة
٢٤٥	٢٥٤
٢٤٢	٢٥٥
٢٤٣ ، ٢٤٢	١٥٦
٢٤٢	٢٥٧
٢٥١	٤٨ - ٣٩
٢٥٣ - ٢٥٢	٤٢ ، ٤١
٢٤٢	٣٩
٢٥٢	٤٠
٢٤٢	٣٩
٢٥٠	٤٣ ، ٤٠
٢٤٤	٤٧
٢٥٠	٤٧
٢٤١	٤٢
٢٥٣	٤٥
٢٤٨	٤٥
٢٤٤	٤٥
٢٤٣	٣٨
٢٥٣	٤٥ ، ٤٣ ، ٤١ - ٤٠
٢٤٥	٤١
٢٤٥	٤١
٢٤٩	٤٣
٢٤٩	٤١
٢٤٨	٤٣
٢٦٠	٤١
٢٥٣	٤٠
٢٥٣	٤٥
٢٧٣ - ٢٦٩	٤٦
٢٦٩	٢٤١
٢٧١	٢٤٢
٢٧٠	٢٥٢
٢٦٩	

## صفحة

محطة ذات زر ضاغط .. .. .	١١٣
أمام - عكس - إيقاف .. .. .	٣٣٧
بدء - إيقاف .. .. .	١٣٤
بدء - متابعة - إيقاف .. .. .	١٤٣
توصيلات .. .. .	١٣٦
ذات ضوء مرشد .. .. .	١٣٦
موصلة الى مفتاح مغناطيسى .. ١٣٣ ، ١٣٤	
محور ذاتى .. .. .	١٤١
توصيلة الدلتا المفتوحة .. .. .	١٤٣
مرددات .. .. .	٢٧٦ - ٢٧٤
التشغيل على التوازي .. .. .	٢٧٤
تناظر الاوجه .. .. .	٢٧٤
عملية التزامن .. .. .	٢٧٤
مجار .. .. .	١٠ ، ٩
مجال مغناطيسى .. .. .	١٨٩ ، ٩٣ ، ٤
مجموعات .. .. .	١٠٠ ، ٩٩
معامل تنظيم الجهد في مولدات التيار المستمر ٢٦٨	
معرض .. .. .	١٤١
يدوى .. .. .	١٤٤ - ١٤٢
معلومات على لوحة التسمية .. .. .	٦
مغناطيسية متبقية .. .. .	٢٦٢
مفرع .. .. .	٢٦٤
مفتاح اسطوانى	
لعكس اتجاه دوران المحركات الصغيرة ١٤٦ ، ١٤٥	
منحاج الطرد المركزى .. .. .	٢
منحاج مغناطيسى .. .. .	١٣٤ ، ١٣٣
ملف اطفاء .. .. .	٢٣٧
مكثف ذو صندوق نهايات .. .. .	٤٢
مكثف متزامن .. .. .	٢٧٠
مكثف .. .. .	٣٧
الاختبار .. .. .	٥٧ ، ٥٦

## صفحة

للساعات .. .. .	٢٧٣
مجال مغناطيسى دائر .. .. .	٢٦٩
معامل القدرة .. .. .	٢٧٠
ملفات قفص سنجى .. .. .	٢٧١
ملفات العضو الثابت .. .. .	٢٧٠
ملفات .. .. .	٢٧١
محرك مراوح .. .. .	٢٦٠ - ٢٥٧
للمراوح الارضية .. .. .	٢٥٧
ثنائى السرعة .. .. .	٢٥٨
ثنائى الجهد .. .. .	٢٥٩
ثلاثى الوجه .. .. .	٢٦٠
ذو المكثف .. .. .	٢٦٠ ، ٢٥٩
در الوجه المشطور .. .. .	٢٥٩ ، ٢٥٧
ذو قطب مظلل .. .. .	٢٥٨
ذو وحدة تسخين .. .. .	٢٥٧
للحائط والمكتب .. .. .	٢٥٨
محرك مركب .. .. .	١٩٠ ، ١٨٥
التوصيلات .. .. .	١٩١ ، ١٩٠
الاختبار لمعرفة الاطراف .. .. .	١٩٧
تواز طويل متشابه .. .. .	١٩٠
تواز طويل متباين .. .. .	١٩١
تواز قصير متباين .. .. .	١٩١
تواز قصير متشابه .. .. .	١٩١
مجالان متضادان .. .. .	١٩١
ملفات المجال .. .. .	١٨٧
محرك مزدوج الفيعة .. .. .	٤٣
محرك مزدوج الجهد ، تنافرى ٦٧ ، ٦٨ ، ٧٩	
تنافرى - تأثيرى .. .. .	٧٩
تنافرى - البدء ، تأثيرى - الحركة ٦٧ ، ٦٨	
محرك مزدوج الجهد ، ثلاثى الوجه ١٠٥ ، ١٠٦	
ذو المكثف .. .. .	٥٤ ، ٤٩

## صفحة

١٥٩	نف يمينى
١٥٩	لف يسارى
١٥٩	لف الملفات بالشريط
١٥٥	وضع الخواير فى المجارى
٧٩ ، ٧٨	ملفات التعويض
٧٨	التوصيل
٧٨	فى المحرك التنافرى
٧٩	فى المحرك التنافرى الثانوى
	ملفات المجال
١٧٠	اختبار الكشف عن القصورات
١٨٨ ، ١٨٧	التكوين
٢٥٥	المحرك ذو القطب المظلل
٢٤٣ ، ٢٤٢	المحرك العام ، توصيل ، تكوين
٢٤٩	المحرك المعوض ذو المجال الموزع
١٨٨ ، ١٨٧	محركات التيار المستمر
١٨٨	توصيلات
١٩٠	تواز
١٩٠	توال
١٩٠ ، ١٨٩	قطبية
١٨٨ ، ١٨٧	لف على هيكل
١٨٨ ، ١٨٧	هيكل
	ملفات انطباقية فى
١٥٩ - ١٥٧	منتج التيار المستمر
٧٠ ، ٦٩	محرك تنافرى - البدء ، تأثيرى - الحركة
	ملفات الحركة فى
٤٠	المحرك ذو المكثف البدء
٤٩	المحرك ذو المكثف البدء والحركة
	ملفات البدء فى
٧ ، ٢	المحرك ذو الوجه المشطور
٤٠	المحرك ذو مكثف البدء
٤٩ - ٤٨	المحرك ذو مكثف البدء والحركة

## صفحة

٢٨ ، ٢٧	الورقى
٥٢	ذو وحدة مزدوجة
٢٨	ذو سائل كهربي
٢٨	• تلى ، بالزيت
١٦٦ - ١٥٣	ملفات المنتج لتيار المستمر
١٥٩ ، ١٥٨	اختبار الاطراف
١٦٢ ، ١٥٣	اخذ المعلومات
١٦٥	التحريض والدمان بالورنيش
١٦٤	الربط الحبال
١٦٩ - ١٦٦	الاختبار
١٦٢ ، ١٦١	اتوصيلات التقاطعة
١٥٩	التفلية بظلاف
١٦٤	الرباط بسلك من الصلب
١٥٨	التمييز بين الاطراف
١٦٠ - ١٥٦	اللف الانطاقى
	ذو الخيات ، البسيط
١٥٩ ، ١٥٧ ، ١٥٦	المزدوج ، الثلاثى
	اللف التمجى ، البسيط ، المزدوج
١٦٠ ، ١٥٩	الثلاثى
١٦١	اللف المتقهقر
١٦١	اللف المتقدم
١٦٦ - ١٥٣	التيار المستمر
٧٢ - ٦٦	المحركات التنافرية
٢٤٨	المحرك العام
١٢ ، ١٢	الملفات على ضصة
١٥٣	وات المنتج
١٥٨ ، ١٥٤	حلف لكل مجرى
١٥٨	بملفين لكل مجرى
١٥٩	بثلاثة ملفات مكل مجرى
١٥٥	ترحيل الاطراف
١٥٥	عازل ، الغزل

## صفحة

الاسطوانية	١٣٦
الماكس على الخط	١٣٦ - ١٣٨
على الخط المغناطيسي	١٣١ - ١٣٤
بجهد مخفض ذى المقاومة	١٣٨ - ١٤٠
تحديد الخلل واصلاحه	١٥٠ - ١٥١
ذو السرعتين	١٤٧
ذو المحول الذاتى-النوع المعروض	١٤١ - ١٤٤
سريع الوقف	١٤٨
مفتاح البدء ذو الزر الضاغط	١٤٧
منظم مغناطيسى ذو وقت محدود	٢٣٢
بفرملة ديناميكية	٢٣٣
بزر متابعة	٢٣٢
بدرجتى مقاومة	٢٣٣
منظم ميكانيكى ذو وقت محدود	٢٣٤ - ٢٣٥
عجلة وعاء الاحتكاك	٢٣٤
عجلة مؤقتة بحركة التروس	٢٣٥
مؤقت ذو تروس بفرملة ديناميكية	٢٣٦
منظم اسطوانى	٢٣٦
موحد	١٧٦
أجزاء	١٧٦
التجميع	١٨٠
خشونة	١٨٣
الحلقات الجانبية	١٧٧ ، ١٨٠
تكوين	١٧٦
عمل حلقات الميكا	١٧٩
عمل قطاعات الميكا	١٧٧ ، ١٧٨
قضبان عالية	١٨٢
قضبان منخفضة	١٨٣
قضبان متماسة مع الارض	١٨٢
مقصورة ، اعادة العزل	١٨١
ميكا متفحمة	١٨١

## صفحة

المحرك ذو الوجه المشطور	٧٢
ملفات القفص السنجابى	٣ ، ٣٩
فى العضو الدائر للمحرك المتزامن	٢٦١
ملفات العضو الثابت فى	
المحرك التنافرى البدء التاثيرى الحركة	٦٧ - ٦٩
منتج ، اصلاح ،	
ملف متماس مع الارض	١٦٩
ملف مفتوح	١٧٥
ملف انطباقى	١٧٠ ، ١١٧
ملف تموجى	١٧١
ملف مقصور	١٧٠
ملف حافظ	١٤٢ ، ١٤٣
منظمات ،	
تيار متردد	١٤٦
تيار مستمر	٢١٣
منظم يعمل بالقوة الدافعة الكهربائية المضادة	٢٢٨
منظمات التيار المستمر	٢١٣
بريومات ذى أربع نقط لتغيير السرعة	٢١٧
صندوق بدء ذو أربع نقط وريوستات	٢١٧
مغناطيسى ذو وقت محدد	٢٣٢
ميكانيكى ذو وقت محدد	٢٣٤ ، ٢٣٥
التميمات الحرارية	٢٢٤
تحديد الخلل واصلاحه	٢٢٧ - ٢٢٩
ذو الملامسات المحجوزة	٢٢٩
صندوق بدء ذو ثلاث نقط	٢٢٠
قاطعات الدائرة الحرارية	٢٢٢
قاطعات الدائرة المغناطيسية	٢٢٢
مفتاح مغناطيسى	٢٢٤
مفاتيح عاكسة	٢٣٦
منظمات التيار المتردد	١٢٩ - ١٥٠
التنقيل	١٣٥

## صفحة

٢٦٨	سقوط الجهد
٢٦٨	عدم بناء الجهد
٢٦٨	فقد المغناطيسية المتبقية
٢٦٦	قياس الجهد والتيار
٢٦٣	مفرع
٢٦٥	مركب تصاعدي
١٨٣	ميكا ، القطع تحت مستوى سطح الموحد
٢٥٧	مولد متزامن
٢٧٥	تكوين
٢٧٤	تشغيل على التوازي

## ٢٦٥

	نقطة التعادل ، المحرك التنازلي - البدء
٧٨	التأثير الحركة
١٩٩	محركات التيار المستمر

## ٢٦٥

٥٣	وحدة مكثف محول
----	----------------

## صفحة

١٨٤ ، ١٨٣	ميكا عالية
١٨١	موحد مقصور
٢٦٩ ، ٢٦٧	مولدات التيار المستمر
٢٦٢	اثارة ذاتية
٢٦٢	اثارة منفصلة
٢٦٧	الاختبار
٢٦٥	أقطاب توحيد
٢٦٦	الجهد المنتظم
٢٦١	مولدات التيار المستمر
٢٦٨	المقاومة في دائرة المجال
٢٦٧	تحديد الخلل واصلاحه
٢٦٧	توصيل متباين
٢٦٥	توصيلات معادلة
٢٩٥ ، ٢٦١	تشغيل
٢٦٣	توال
٢٦٣	توالي
٢٦٨	خطا في توصيل ملفات المجال
٢٦٨	خطا في الدوران

## قائمة المصطلحات

( ١ )

ملف مفتوح ، لف انطباعي  
Open coil, lap winding  
لف تموجي ..... Wave wing  
ملف مقصور ..... Shorted coil  
صلاحات المنظم ، انفجار المصهر  
Controller repair, blown out fuse  
احتراق ملف المغناطيس  
Burned magnet coil  
اصلاحات المرحل ..... Commutator repairs  
قضبان متماسة مع الارض  
Grounded bars  
قضبان عالية ..... High bars  
ميكا عالية ..... High mica  
قضبان منخفضة ..... Low bars  
قضبان مقصورة ..... Shorted bars  
اطراف مفتولة ..... Splicing leads  
اقطاب ..... Poles  
قطاب توحيد (اقطاب متوسطة) ..... Interpoles  
لاقطاب المتعاقبة ..... Consequent poles  
بيتر ..... Ammeter  
انزلاق ..... Slip

( ب )

البادئات على الخط  
Starters, across the line  
ملف حافظ ..... Holding coil  
نطة تلامس حافظة او مساعدة  
Maintaining auxiliary contacts  
نقطة تلامس رئيسية ..... Main contacts  
يدوي ..... Manual  
مقاومة ابتدائية ..... Primary resistance  
مفتاح ذو زر ضاغط  
Push button switch  
جهد مخفض ..... Reduced voltage

احجار الموحد ..... Commutator stone  
اختبار ..... Testing  
القياس من قضيب الى قضيب  
Bar-to-bar meter  
التماسات الارضية بوساطة الزوام  
Grounds, with growler  
اختبار بالمحاولة ، انحصار الجرد النظر  
Trial test, visual inspection  
الاختبار باجهزة القياس ..... Meter tests  
الاختبار بالمسار ..... Nail test  
اختبار البوصلة ..... Compass test  
اختبار التماس الارضى ..... Ground test  
اختبار ملفات المنتج  
Armature winding, testing  
اختبار الاطراف ..... Test in the leads  
ثلاثة ملفات لكل مجرى  
Three coils per slot  
ملفان لكل مجرى ..... Two coils per slot  
مثالي ، لمحرك صغير  
Typical, for small motor  
المحرك العام ..... Universal motor  
اللف التموجي ، البسيط ، المزدوج والثلاثي  
Wave wound, simplex, duplex and triplex  
بسيط متقدم  
Simplex progressive  
بسيط متقهقر  
Simplex retrogressive  
اختبار المنتج ..... Armature testing  
اسمنت الموحد ..... Commutator cement  
اصلاح المنتج ..... Armature repair  
ملف متماس مع الارض  
Ground coil

نظم المحركات الكترونيا	Electronic control of motors
توازن ميكانيكى ..	Mechanical balance ..
توحيد موجة كاملة ..	Pull wave rectification ..
توحيد نصف موجة ..	Half-wave rectification ..
توصيل على التوازي	Parallel connection
توصيل ملفات المجال ، طريقة البوصلة	Connecting fields coils, compass method
طريقة المسمار ..	Nail method ..
طريقة التجربة والخطا	Trial and method
توصيلة دلتا ..	Delta connection ..
توصيلة Y محرك ثلاثى الوجه	Y connection, three-phase motor
توصيلة على التوالى	Series connections
توصيلة متقاطعة ..	Cross connections ..
التوصيلات المعادة	Equalizer connection
التنقيل ..	Plugging ..
تيار متردد ..	Alternating current ..
( د )	
ثيراترون على تيار متردد	Thyratron, on alternative current
التنظيم بنقل الوجه	Phase shift control
( ح )	
جهاز توقيت ..	Timing mechanism ..
بوقت محدد ..	Definite time ..
جهاز حرارى لضبط تعدى الحمل	Thermal overload device
جهاز ضبط تعدى الحمل	Overload device
جهاز ضبط تعدى الحمل ذو المعدن المزدوج	Bimetallic overload device
بإحدى ذو مقاومة بجهد منخفض	Reduced-voltage resistance
المكس على الخط	Reversing across the line
المقاومة الثانوية ..	Secondary resistance ..
نجمة الدلتا ..	Star delta ..
( و )	
تأين ..	Ionisation ..
تأثيرى ..	Induction ..
التحميض والدهان بالورنيش	Baking and varnishing
ترحيل الاطراف ..	Lead swing ..
بطريقة الاظلام التام	Synchronising all dark method
بطريقة واحد مظلم واثنين مضيئين	One dark and-two light method
تزامن المرددات	Synchronising alternators
تشغيل بالصمام الضوئى	Phototube operation ..
تشغيل على التوازي للمرددات	Paralleling alternators
تعدى الحمل ..	Overload ..
التعدين ..	Metalizing ..
تكوين المنتج ، تداوى ابدء ، تأثيرى الحركة	Armature construction repulsion start, induction run motor
تماسات أرضية ..	Grounds ..
التنظيم بنقل الوجه	Phase shift control
عكس اتجاه دوران محرك تيار مستمر	Reversing a d-c motor
تنظيم السرعة ..	Speed control ..
جهاز الطرد المركزى	Centrifugal device
طريقة المقاومة	Resistance method
المجال المقسوم ..	Tapped field ..



Capacity ..... السعة  
Effective capacity ..... السعة الفعلية  
Voltage drop ..... سقوط الجهد  
Grid bias ..... سلبية الشبكة  
Wire, bare copper ..... سلك، من النحاس العاري  
Synekros ..... سينكروتات  
Receiver ..... جهاز استقبال  
Transmitter ..... جهاز ارسال

## ( ش )

Reamer ..... شاقة  
Grid ..... الشبكة  
Space charge ..... شحنة الحيز

## ( ص )

صمام ثلاثي الاقطاب . شبكة ، رمز  
Troide tube, grid, symbol  
Thyratron tube ..... صمام ثيراترون  
Trigger type tube ..... الصمام ذو الزناد  
Electron tubes ..... صمامات إلكترونية  
الأنود أو اللوح (المصدر)  
Anode or plate .....  
Cathode ..... الكاثود (المهبط)  
Electrodes ..... أقطاب  
Envelope ..... غلاف  
Filaments ..... فتائل (جمع فتيل)  
توحيد موجة كاملة  
Full-wave rectification  
Gas filled ..... ممتلئة بالغاز  
توحيد نصف موجة  
Half-wave rectification  
Phototube ..... صمام ضوئي  
Thyratron ..... ثيراترون  
Triode ..... صمام ذو ثلاثة أقطاب  
Diode tubes ..... صمامات ذات قطبين  
Gas-filled tubes ..... صمامات ممتلئة بالغاز

جهاز القصر المركزي الطردى  
Centrifugal-short-circuiting device

## ( ح )

Brush holder ..... حامل الفرش  
End play ..... حركة محورية  
Stripping ..... حلقات انزلاقية  
Slip rings ..... حلقات V  
V rings ..... حلقات V في الموحد  
حماية من تعدى احدث  
Commutator V rings .....  
Overload protection ..... حيز جانبي

## ( خ )

خلل الكراسي واصلاحه ، كراسي متجمدة  
Bearing troubles and repair,  
frozen bearings  
Pitch of coils ..... خطوة الملفات  
Commutator pitch ..... خطوة الموحد

## § § §

Electrical degrees ..... درجات كهربية  
Mechanical degrees ..... درجات ميكانيكية  
Short circuits ..... دوائر قصر  
Open circuits ..... دوائر مفتوحة

## ( و )

ربط منتجات التيار المستمر  
Banding, d-c armatures  
Laminations ..... رقائق

## ( ز )

Growler ..... الزوام

## ( س )

Speed ..... سرعة  
Synchronous speed ..... السرعة المتزامنة

قلب حديدى من الرقائق  
Laminated iron core

تقاطع الدائرة المغناطيسية  
Magnetic circuit breakers

## ( د )

كراسى البنى .....  
Sleeve bearings ..... كراسى اجلية

## ( ل )

لحام منتجات التيار المستمر بالقصدير  
Soldering d.c. armatures winding  
Winding ..... لف أو ملفات  
Skein winding ..... لف بالحزمة  
التغيير من لف يدوى الى ف بالحزمة  
Changing hand to skein  
Retrogressive winding . لف تنهقرى  
Wave winding ..... لف تموجى  
Loop winding ..... لللف ذو الحيات  
Form winding ..... اللف على ضبعه  
Progressive winding ..... لف متقدم  
Hand winding ..... اللف اليدوى

## ( م )

ماسك السلك .....  
Wire clamp .....  
Jogging (or inching) ..... متابعة  
Relay ..... متمم  
متتم تعدى الحمل ذو معدن مزدوج  
Overload relay, bimetallic  
Heater coil thermal ملف تسخين حرارى  
Jogging relay ..... متمم متابعة  
Plugging relay ..... متمم تنقيل  
Thermal relays ..... متممات حرارى  
Slots ..... مجار  
مجال مغناطيس دائر  
Rotating magnetic field  
Groups ..... المجموعات

صندوق بدء ذو ثلاث نقاط  
Three point starting box

Holding coil ..... ملف حافظ

فتح الدائرة باختفاء المجال  
No field release

## ( ع )

عازل .....  
Insulation .....  
Starting torque .. عزم الدوران الابتدائى  
Stator ..... العضو الثابت  
العضو الدائر ذو القفص السنجاى  
Squirrel cage rotor

العضو الدائر ، انحناء العمود  
Rotor, bent shaft

Loose bars ..... القضبان محلولة

Slip rings ..... حلقات انزلاقية

Squirrel cage .... قفص سنجاى

Wound ..... ملفوف

Reversing ..... عكس اتجاه الدوران

Reverses ..... عكس التوصيلات

## ( غ )

الغطاءان الجانبيان ( الدعامتان الجانبيتان )  
End plates (shields, brackets)

## ( ف )

Span ..... فتحة  
الفرش ، ذات وصلة ذيل  
Brushes, pigtail ....  
Dynamic braking . الفرملة ديناميكيا

## ( ق )

قفل آلى كهربى ميكانيكى  
Interlock, electrical mechanical  
Counter e.m.f . قوة دافعة كهربية مضادة  
Shorts ..... قصورات  
Commutator bars ..... قضبان المرحد  
Mica segments ..... قطاعات الميتا  
Starting anode ..... قطب البدء

Excessively hot : زائد السخونة	Repulsion motor .... محرك ثنائى
Gang winding ..... لف جماعى	ملفات التعويض
Ground test اختبار التماس الأرضى	Compensating winding .....
Groups ..... مجموعات	محرك تنافرى البدء ، تأثيرى الحركة
طريقة التعرف على نوع التوصل	Repulsion-start, induction, run
How to recognise a connection	motor
التوصيلات القفزة ، طويلة ، قصيرة	Brush lifting . ذو الفرش المرفوعة
Jumper connections, long, short	حوامل فرش كارتريج
Odd grouping ... مجموعات فردية	Cartridge brush holder
اختيار الدوائر المفتوحة	Cross connections التوصيلات المتقاطعة
Open-circuit test	Data recording تسجيل المعلومات
توصيل على التوازى	Dual voltage ..... جهد مزدوج
Parallel connection	ملفات ملفوفة على ضبعة
Phases ..... أوجه	form wound coils
وضع الملفات فى المجارى	حوامل الفرش الثابتة
Placing coils in slots	stationary brush holders
Polarity test ..... اختبار القطبية	Stripping ..... حل
Poles ..... أقطاب	محرك تنافرى - تأثيرى
Pole-phase group مجموعة قطب-وجه	Repulsion-induction motor
معاد التوصيل من ثنائى الوجه	ملفات القفص السنجافى فى عزم اندوران الابتدائى
Reconnected from two phase	Squirrel cage winding in starting torque
إعادة التوصيل أو إعادة اللف	Two voltage ..... مزدوج الجهد
Reconnecting or rewinding for	Shunt motor ..... محرك توار
Frequency change تغيير الذبذبات	Series motor ..... محرك توال
For speed change لتغيير السرعة	يدور بدون حمل
For a voltage change لتغيير الجهد	Running without load
مجموعة ملفات معكوسة	محرك توال تأثيرى
Reversed-coil groups	Inductive series motor ..
Reversed phases .. أوجه معكوسة	محرك ثلاثى الوجه ، اختبار التوازن
إعادة اللف لتغيير السرعة	Three-phase motor, balance test
Rewind for speed change	Basket winding ... ملفات السلة
إعادة اللف لتغيير الجهد	Coil connections . توصيل الملفات
Rewound for voltage change	Coil taping ... نغطية الملف بشريط
لم يدر بالطريقة الملائمة	نغطية الأقطاب المتعاقبة
Running improperly	Consequent-pole connection
	Diamond coil ..... ملف ماسى
	End plates ... القطبان الجانبيان
	End room ..... حيز جانبي

Repulsion-type motors ...	معركات تنافرية	محرك ثلاثي الوجه، تحميم ودهان بالورنيش	Three-phase motor, baking and varnishing
Blown fuse .....	مصهر منفجر	محرك ثلاثي الوجه ، رسم تخطيطي	Three-phase motor, schematic diagram
Failure to come to speed	يعجز عن الوصول الى السرعة المعتادة	مفرد الوجه ....	Single phasing ....
Failure to start .....	يعجز عن البدء	توصيل بطريقة المجموعة المتخطاة	skip group connection
Humming but not running	يصدر طنيناً دون أن يدور	توصيلة T أو توصيلة سكوت	T or Scott connection
Starting improperly	لم يبدأ دورانية على مايرام	توصيل من القمة الى القاع	Top-to-bottom connection
Troubles, brushes not contacting commutator	العيوب ، عدم تلامس الفرش مع الموحد	توصيل من القمة الى القمة	Top-to-top connection
Brushes lifting from commutator too quickly	رفع الفرش من فوق الموحد قبل الأوان المناسب	ثنائية السرعة ....	Two speed ....
Broken necklace .....	عقد التصر المكسور	ثنائية الجهد ....	Two voltage ....
Centrifugal mechanism improperly assembled	جهاز الطرد المركزي مجمع بطريقة غير سليمة	عملية لف على خطوات	Winding step .....
Centrifugal weights jammed	تلتصق الاوزان المركزية. الطاردة	المحرك ذو مكثف البدء والحركة	Capacitor start and run motor
Excessive end play	حركة محورية زائدة	مفرد القيمة ....	Single value ....
Excessive load ...	حمل زائد	ثلاثي السرعة مفرد الوجه	Three speed, single voltage
Incorrect tension of spring	الشد في اللولب غير مضبوط	مزدوج السرعة مفرد الجهد	Two speed, single voltage
Necklace shorting armature	قصر دوائر المنتج بواسطة العقد	مفرد القيمة ....	Single value ....
Worn lip on brush holder	زكّل لشفة على حامل الفرشة	مزدوج القيمة ....	Two value ....
Wrong lead connections	خطأ في توصيلات الأطراف	مزدوج الجهد ، مفرد القيمة	Two voltage, single value
Direct-current motors	موترات التيار المستمر	غير قابل لعكس اتجاه الدوران	Non reversible
Brush rigging ....	ماسك الفرش	مزدوج الجهد، غير قابل لعكس اتجاه الدوران	Two voltage, non reversible
		المحرك ذو الوجه المتطور	Split phase motor
		محرك مكثف البدء مزدوج السرعة	Two-speed, capacitor-start motor

بعضو دائر ذي تنبيه  
With excited rotor

بعضو دائر بدون تنبيه  
With non excited rotor

قطبية ملف العضو الدائر  
Rotor-coil polarity

Fan motor ..... محركات المراوح

Floor type ..... المراوح الأرضية

Shaded pole ..... ذو قطب مظلل

Single speed ..... مفردة السرعة

Three speed ..... ثلاثي السرعة

Two speed ..... ثنائي السرعة

Two voltage ..... ثنائي الجهد

Unit heater ..... وحدة تسخين

Wall and desk ..... للحائط والمكتب

محركات مزدوجة الجهد  
Two-voltage motors ...

محركات مزدوجة القيمة  
Two-value motors ..

محركات مفردة القيمة  
Single value motors ..

Capacitor motors ..... المحركات ذات المكثف

Burned out fuse ..... احتراق المصهر

Capacitors ..... مكثفات

مفتاح الطرد المركزي  
Centrifugal switch

الخطأ، ان الجانبين (أو الدعامتان الجبيتان)  
End plates (shields or brackets)

Grounds ..... التماسات الأرضية

Compound motors ..... محركات مركبة

Bucking fields ..... مجالان متضادان

متشابه ، أو متباين (جمعي أو فرقي)  
Commulative or differential

تواز طويل متشابه  
Long-Shunt commulative

تواز طويل متباين  
Long-shunt differential

تواز قصير متباين  
Short shunt differential

الفرش ليست في وضع التعادل  
Brushes off neutral

Frame ..... الاطار

Failure to run ..... العجز عن الدوران

Noisy operation ..... التشغيل بضجيج

ضعف تلامس الفرش  
Poor brush contact

Running away ..... ينطلق في الدوران

يدور وهو زائد السخونة

Running hot

Sparking ..... يصدر شراراً

يدور بسرعة زائدة

Running too fast ...

الاختبار لمعرفة الأطراف  
Test for leads

Tight bearing ..... كراسي مشحوظة ..

Worn bearing ..... تاكل الكراسي

خطأ في ترحيل الأطراف

Wrong lead swing

محركات ذات قطب مظلل  
Shaded-pole motors

ملف مظلل ، الملامس المغناطيسي  
Shading coil, magnetic contactor

محركات الساعة المتزامنة  
Synchronous clock motors

Universal motors ..... محركات عمه

معوضة مفردة المجال ، لمجالين  
Compensated, single field, two fields

معوضة مفردة مجال موزع  
Distributed-field compensated type

Fan motor ..... محرك مروحة

محركات عمه ، قلب المجال والملفات  
Universal motor, field core and coils

Lead throw ..... حذف الطرف

Poor torque ..... ضعف عزم الدوران

وضع الأطراف في الموحد  
Position of leads in commutator

Winding procedure ..... طريقة اللف

Synchronous motors ..... محركات متزامنة

أمام - عكس - إيقاف	تواز قصير متشابه
Forward-reverse-stop	Short-shunt commulative
Pilot light with ..... ضوء مرشد	محركات مكثف البدء
Start-jog-stop ..... بدء - متابعة - إيقاف	Capacitor-start motors ..
Start-stop ..... بدء - إيقاف	بمكثف ذي صندوق نهايات
Autotransformer ..... محول ذاتي	With terminal block capacitor
توصيلة الدلتا المفتوحة	يمكن عكس اتجاه التدوران في الحال
Open delta connection	Instantly reversible
Alternators ..... ترددات	توصيل على التوازي
Paralleling ..... التشغيل على التوازي	Parallel connection
Condition for ..... شروط	Polarity ..... قطبية
Method of ..... طريقة	Reversing ..... عكس
Phasing out ..... تناظر الأوجه	Rewinding ..... إعادة اللف
Synchronising ..... عملية التزامن	Running winding ..... ملفات الحركة
معامل تنظيم الجهد في مولدات التيار المستمر	مفرد الجهد، يمكن عكس اتجاه دورانه
Voltage regulation of d-c	Single Voltage, externally
generators	reversible
Power factor ..... معامل القدرة	ذو المفتاح المغناطيسي
المعلومات على لوحة التسمية	With magnetic switch
Nameplate data .....	غير ممكن عكس اتجاه دورانه
Compensator ..... المعوض	Non reversible
Manual ..... يدوي	Starting torque ..... عزم الدوران الابتدائي
Residual magnetism ..... مغناطيسية متبقية	Starting winding ..... ملفات البدء
Drum switch ..... مفتاح اسطوانى	With thermostat... بمنظم حرارى
Centrifugal switch ..... مفتاح الطرد المركزي	ثلاثة أطراف، يمكن عكس اتجاه دورانه
Magnetic switch ..... مفتاح مغناطيسى	Three-lead reversible
Blow out coil ..... ملف الإخماد	Two speed ..... مزدوج السرعة
نقط تلامس تعدى الحمل	يحتوى على مكثفين
Overload contact	With two capacitors
مفتاح ، يعمل بطريقة القطع المفاجئ	مزدوج الجهد وغير ممكن عكس اتجاه دورانه
Switch, snap action	Two voltage, non reversible
Single phase ..... مفرد الوجه	به جهاز حماية من تعدى الحمل
Diverter ..... مفرع	With overload protection
Wire size ..... مقاس السلك	Reversible ..... يمكن عكس اتجاه دورانه
Condenser ..... مكثف	محطة ذات زر ضاغط
مكثف ذو صندوق نهايات	Push button station, connected
Terminal-block capacitor	موصلة الى مفتاح مغناطيسى
	To magnetic switch

الملفات على ضبعة  
Form-wound coils ..  
التمييز بين الأطراف  
Identifying the leads  
Insulation ..... العازل - العزل  
Lap wound ..... اللف الانطوي  
With loops ..... ذو الحلقات  
Simplex ..... البسيط  
Triplex ..... الثلاثي  
Lead position ..... موضع الأطراف  
Lead swing ..... ترحيل الأطراف  
Left handed ..... يساري  
Loop wound ..... ذو الحلقة  
One coil per slot ..... ملف لكل مجرى  
وضع الخواير في المجارى  
Placing wedges in slots  
ضع المنتج على حصانين  
Position for holding armatures  
Procedure ..... طريقة (اللف)  
اللف المتقدم  
Progressive connection ...  
المحركات التنافرية  
Repulsive typemotors  
ملف ، ملفان وثلاثة ملفات لكل مجرى  
One, two and three coils per slot  
اللف المتقهقر  
Retrogressive connections  
Right handed ..... يميني  
Sleeving for ..... التغطية بملاف  
لحام الأطراف بالقصدير  
Soldering the leads  
الرباط بسلك من الصلب  
Steel binding ...

Synchronous condenser المكثف التزامم  
Capacitors ..... المكثفات  
Double unit ... ذو وحدة مزدوجة  
Electrolytic ... ذو السائل الكهربى  
Oil filled ..... ممتلئ بالزيت  
Paper ..... ورقى  
Terminal block صندوق انهاءات  
ملفات التعويض  
Compensating winding ...  
Holding coil ..... ملف حافظ  
Lap winding ... ملفات انطوائية (مطوية)  
Starting winding ..... ملفات البدء  
Simplex winding ..... ملفات بسيطة  
Triplex windings ..... ملفات ثلاثية  
Running winding ..... ملفات الحركة  
Basket winding ..... ملفات السلة  
ملفات القفص السنجابى  
Squirrel cage winding  
Field coils ..... ملفات المجال  
Form ..... ضبعة  
Duplex windings ..... ملفات مزدوجة  
ملفات المنتج التحميص والدهان بالورنيش  
Armature winding, baking and  
varnishing  
Commutator pitch ..... خطوة الموحد  
التوصيلات المتقاطعة  
Cross connections ..  
Cord banding ... الربط بالحبل  
Data for ..... اخذ المعلومات  
d-c ..... للتيار المستمر  
اللف الانطوائى المزدوج  
Duple lap wound  
التوصيلات المعادة  
Equalizer connection

Plugging .....	التفيل	تغطية اولف الملفات بالشريط	Taping coil
Push button-switch type	مفتاح ابدء ذو الزر الضاغط	منظم أسطوانى	Drum controller .....
Quick stop .....	سريع الوقت	منظم حداقصى للتيار	Current-limit controller ...
Reduced voltage resistance	جهد مخفض ذى المقاومة	منظم معلق ، بملف ، بملفين	Lock out controller, one coil, two coils
Reversing across the-line	العاكس على الخط	منظم مغناطيسى ذو وقت محدد	Definite magnetic time controller
Star-delta type .....	نجمة الدلتا	بفرملة ديناميكية	With dynamic braking
Two speed .....	منظمات السرعتين	بزر متابعة	With joggin .....
Trouble shooting and repair	تحديد الخلل واصلاحه	بدرجتى مقاومة	With two steps of resistance
Direct current controllers	نظمات التيار المستمر	منظم ميكانيكى ذو وقت محدد	Definite mechanical time controller
Four-point speed regulating rheostat	ريوستات ذو أربع نقط لتغيير السرعة	عجلة وعاء الاحتكاك	Dashpot acceleration
Four point starting box	صندوق بدء ذو أربع نقط	مؤقت ذو تروس بفرملة ميكانيكية	Geared timer with dynamic braking
Four point starting box and speed regulating rheostat	صندوق بدء ذواربع نقط وريوستات السرعة	عجلة مؤقتة بحركة التروس	Geared timing acceleration
Lock out type .....	ذو التلامسات المغلقة	منظمات التيار المتردد	Alternating current controllers
Magnetic circuit breakers	قاطع الدائرة المغناطيسية	ذات المحول الذاتى ، النوع الموض	Autotransformer-compensator type
Overload relays ...	متنمات تعدى الحمل	الأسطوانية	Drum type .....
Thermal circuit breakers	قاطعات الدائرة الحرارية	للمحركات التنافرية	For repulsion motors
Thermal relays	المتنمات الحرارية	على الخط المغناطيسى	Magnetic across-the-line
Three point starting box	صندوق بدء ذو ثلاث نقط		
Rectifier .....	موجّد		



فقد المغناطيسية المتبقية	Shorted commutator . موحد مقصور
Loss of residual magnetism	الموحدات ، تجميعها
Regulating voltage . الجهد المنظم	Commutator assembly
تنبيه ذاتي (اثارة ذاتية)	عن قطعاعات الميكا
Self excited .....	Cutting mica segments
تنبيه منفصل ( اثاره منفصلة )	Carbonized mica ... ميكا متفحمة
Separately excited	Rough ..... خشنة
Series ..... توال	Reinsulating ..... اعادة العزل
Shunt ..... تواز	القطع تحت مستوى سطح الموحد
Under compounded . مركب تنازلي	Undercutting
Star connected ..... موصل نجمة	Series generator ..... مولد توال
Microfarades ..... ميكروفاراد	مولد ذو تنبيه ذاتي
( ن )	Self-excited generator ..
Neutral point ..... نقط التعادل	مولد ذو تنبيه منفصل
( و )	Separately excited generator
وحدة محول مكثف	Synchronous generator . مولد متزامن
Transformer capacitor unit	مولد مركب ، خواص التشغيل
Thermal units ..... وحدات حرارية	Compound generator, characteristics
Dashpot ..... وعاء الاحتكاك	مولدات التيار المستمر
( د )	Direct current generators
Sparking ..... يصدر شرارا	Diverter ..... مفرع
	مركب معتدل (سطحي)
	Flat compounded